Mục lục

Trang

Phần 1

KỸ THUẬT BỒN BỂ

TỔNG QUAN VỀ BỒN CHỨA DẦU KHÍ

1. Giới thiệu

Trong công nghiệp hoá dầu, tất cả các hoạt động sản xuất, buôn bán, tồn trữ đều liên quan đến khâu bồn bể chứa.

Bồn, bể chứa tiếp nhận nguyên liệu trước khi đưa vào sản xuất và tồn trữ sau sản xuất.



Bồn chứa có vai trò rất quan trọng, nó có nhiệm vụ: tồn trữ nguyên liệu và sản phẩm, giúp ta nhận biết được số lượng tồn trữ. Tại đây các hoạt động kiểm tra chất lượng, số lượng, phân tích các chỉ tiêu trước khi xuất hàng đều được thực hiện.

Ngoài ra nó còn được hỗ trợ bởi các hệ thống thiết bị phụ trợ: van thở, nền móng, thiết bị chống tĩnh điện, mái che…

2. Phân loại bồn chứa dầu khí

2.1 Phân loại theo chiều cao xây dựng

Bể ngầm: Được đặt bên dưới mặt đất, thường sử dụng trong các cửa hàng bán lẻ.

Bể nổi: Được xây dựng trên mặt đất, được sử dụng ở các kho lớn.

Bể nửa ngầm: Loại bể có ½ chiều cao bể nhô lên mặt đất, nhưng hiện nay còn rất ít.

Bể ngoài khơi: Được thiết kế nổi trên mặt nước, có thể di chuyển từ nơi này đến nơi khác một cách dễ dàng.

So sánh hai loại bể ngầm và bể nổi

Bể ngầm	Bể nổi
An toàn cao: đây là lý do chính vì bảo đảm phòng cháy tốt và nếu có rò rỉ thì dầu cũng không lan ra xung quanh Ít bay hơi: do không có gió, không trao nhiệt với môi trường bên ngoài Tạo mặt bằng thoáng	Chi phí xây dựng thấp Bảo dưỡng thuận tiện: dễ dàng súc rửa, sơn và sửa chữa bể Dễ dàng phát hiện vị trí rò rỉ xăng dầu ra bên ngoài

2.2 Phân loại theo áp suất

Bể cao áp: áp suất chịu đựng trong bể > 200 mmHg

Bể áp lực trung bình**:** áp suất = 20 => 200 mmHg thường dùng bể KO, DO

Bể áp thường*:* áp suất = 20 mmHg áp dụng bể dầu nhờn, FO, bể mái phao.

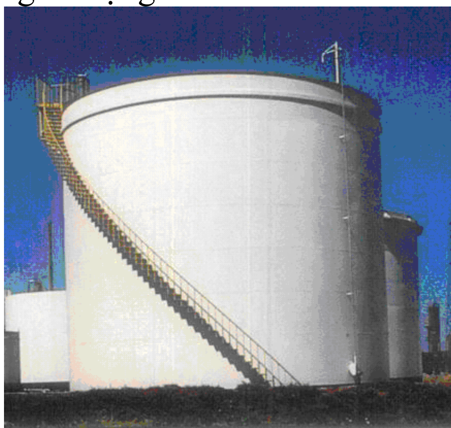
2.3 Phân loại theo vật liệu xây dựng

Bể kim loại: làm bằng thép, áp dụng cho hầu hết các bể lớn hiện nay.

Bể phi kim: làm bằng vật liệu như: gỗ, composite,.. nhưng chỉ áp dụng cho các bể nhỏ.

2.4. Phân loại theo hình dạng.

Bể trụ đứng*:* thường sử dụng cho các kho lớn.



Bể hình trụ nằm: thường chôn xuống đất trong cửa hàng bán lẻ hoặc để nổi trong một số kho lớn.



Bể hình cầu, hình giọt nước*:* còn rất ít ở một số kho lớn.



THIẾT KẾ BỒN CHỨA

Bồn chứa trong ngành dầu khí chủ yếu dùng để chứa các sản phẩm nhiên liệu như: khí, xăng, D.O, và các nguyên liệu của ngành hoá dầu như: VCM, butadiene,…

Các sản phẩm dầu khí có khả năng sinh ra cháy nổ cao, mức độ độc hại nhiều nên đòi hỏi việc thiết kế cũng như tính toán phải hết sức cẩn thận. Các hệ thống phụ trợ kèm theo phải được bố trí cẩn thận, tính toán tỉ mỉ, nhất là hệ thống phòng cháy chữa cháy, bố trí mặt bằng nhằm hạn chế tối thiểu khả năng xảy ra cháy nổ cũng như khắc phục khi xảy ra sự cố.

Tuy nhiên, việc tính toán cơ khí cho bồn cao áp là quan trọng nhất vì khi xảy ra sự cố thì việc khắc phục chỉ mang tính chất hình thức, thiệt hại gây ra cho sự cố là khó lường.

Quá trình tính toán bồn cao áp bao gồm các bước sau:

1. Xác định các thông số công nghệ bồn chứa

Các thông số công nghệ của bồn bao gồm:

- Thể tích của bồn chứa V.
- Các kích thước cơ bản như: chiều dài phần trụ (l), đường kính phần trụ (d), chiều cao phần nắp bồn chứa (h), loại nắp bồn chứa.
- Các thiết bị lắp đặt trên bồn chứa, bao gồm: các valve áp suất, các thiết bị đo áp suất, đo mực chất lỏng trong bồn, đo nhiệt độ.
- Vị trí lắp đặt các thiết bị trên bồn chứa.
- Các yêu cầu về việc lắp đặt các thiết bị trên bồn chứa.

2. Lựa chọn vật liệu làm bồn

Các sản phẩm dầu khí chứa trong bồn thường có áp suất hơi bão hoà lớn, nhiệt độ hoá hơi thấp và có tính độc hại.

Mức độ ăn mòn của các sản phẩm dầu khí này thuộc dạng trung bình, tùy thuộc vào loại vật liệu làm bồn, nhiệt độ môi trường mà mức độ ăn mòn các sản phẩm này có sự khác nhau.

Khi xét đến yếu tố ăn mòn, khi tính toán chiều dày bồn, ta tính toán thời gian sử dụng, từ đó tính được chiều dày cần phải bổ sung đảm bảo cho bồn ổn định trong thời gian sử dụng.

Việc chọn lựa vật liệu còn phụ thuộc vào yếu tố kinh tế, vì đối với thép hợp kim có giá thành đắt hơn nhiều so với loại thép cacbon thường, công nghệ chế tạo phức tạp hơn, giá thành gia công đắt hơn nhiều, đòi hỏi trình độ tay nghề của thợ hàn cao.

Sau khi lựa chọn được vật liệu làm bồn, ta sẽ xác định được ứng suất tương ứng của nó, đây là một thông số quan trọng để tính toán chiều dày bồn. Đối với

các loại vật liệu khác nhau thì ứng suất khác nhau, tuy nhiên các giá trị này không chênh lệch nhau nhiều.

3. Xác định giá trị áp suất tính toán

Đây là một thông số quan trọng để tính chiều dày bồn chứa. Áp suất tính toán bao gồm áp suất hơi cộng với áp suất thủy tĩnh do cột chất lỏng gây ra:

$$P_{tt} = P_h + \rho\, g\, H$$

Trong đó:

P_{tt}: Áp suất tính toán.

P_h: Áp suất hơi.

ρ: Khối lượng riêng sản phẩm chứa trong bồn ở nhiệt độ tính toán.

$g = 9.81\ (m/s^2)$: gia tốc trọng trường.

H: Chiều cao mực chất lỏng trong bồn.

Thường ta tính chiều dày chung cho cả bồn chứa cùng chịu một áp suất (nghĩa là áp suất tính toán chung cho cả bồn chứa).

Đối với các sản phẩm dầu khí chứa trong bồn cao áp, áp suất tính toán thường có giá trị:

- Propan : 18 (at)
- Butan : 9 (at)
- Bupro : 13 (at)

4. Xác định các tác động bên ngoài

Các tác động bên ngoài bao gồm:

4.1 Tác động của gió

Gió có thể tác động đến bồn, ảnh hưởng đến độ ổn định của bồn, làm cho bồn bị uốn cong hay tác động đến hình dáng của bồn. Tuy nhiên đối với bồn cao áp, do hình dáng cũng như cách đặt bồn nên ảnh hưởng của gió tác động lên bồn nhỏ. Ảnh hưởng gió có thể bỏ qua nếu như ta xây tường bảo vệ hoặc đặt bồn ở vị trí kín gió.

4.2 Tác động của động đất

Đây là tác động hy hữu, không có phương án để chống lại. Tuy nhiên khi xét đến phương án này, ta chỉ dự đoán và chỉ đảm bảo cho các sản phẩm không bị thất thoát ra ngoài, nhưng việc này cũng không thể chắc chắn được. Phần lớn các tác động này ta không thể tính toán được vì sự phức tạp của động đất. Tác động này gây ra hiện tượng trượt bồn ra khỏi chân đỡ, cong bồn, gãy bồn. Tốt nhất ta chọn khu vực ổn định về địa chất để xây dựng.

- Các tải trọng tác động lên nó có thể xảy ra cũng được xét đến, chẳng hạn như các thiết bị bố trí trên thân bồn: hệ thống các thiết bị kèm theo, cầu thang, giàn đỡ,…Các tải trọng này được tính toán trong phần tính toán bồn.

- Ngoài ra còn xét đến các yếu tố bên ngoài do con người tác động như: đào đất, các hoạt động có thể gây ra va đập với bồn, các hoạt động mang tính chất phá hoại. Chính các yếu tố đó đòi hỏi ta phải có các phương án bảo vệ thích hợp như thường xuyên kiểm tra, xây tường bảo vệ, có các ký hiệu cho biết đây là khu vực nguy hiểm, có thể gây ra cháy nổ lớn và ảnh hưởng đến các vùng lân cận, đồng thời phải có những quy định, chế tài cụ thể đối với người vi phạm.

5. Xác định chiều dày của bồn

Công việc xác định chiều dày của bồn được thực hiện theo các bước sau:

Xác định tiêu chuẩn thiết kế: ASME section VIII.Div.1

Xác định được ứng suất cho phép của loại vật liệu làm bồn chứa: δ_{cp}

Xác định áp suất tính toán bồn chứa: P_{tt}

Xác định hệ số bổ sung chiều dày do ăn mòn $C = C_c + C_a$

Các thông số công nghệ như: Đường kính bồn chứa (D), Chiều dài phần hình trụ (L).

Các thông số về nắp bồn chứa: Loại nắp bồn chứa, chiều cao nắp bồn chứa.

6. Xác định các lỗ trên bồn

Đi kèm với bồn là hệ thống phụ trợ bao gồm có các cửa người, các lỗ dùng để lắp các thiết bị đo như nhiệt độ, áp suất, mực chất lỏng trong bồn, các lỗ dùng để lắp đặt các ống nhập liệu cho bồn, ống xuất liệu, ống vét bồn, lắp đặt các valve áp suất, các thiết bị đo đạt nồng độ hơi sản phẩm trong khu vực bồn chứa.

Các thiết bị lắp đặt vào bồn có thể dùng phương pháp hàn hay dùng ren. Thường đối với các lỗ có đường kính nhỏ ta thường dùng phương pháp ren vì dễ dàng trong công việc lắp đặt cũng như trong việc sửa chữa khi thiết bị có sự cố.

Khi tạo lỗ trên bồn chứa cần chú ý đến khoảng cách giữa các lỗ cũng như việc tăng cứng cho lỗ.

7. Xác định chân đỡ và tai nâng

Chân đỡ bồn chứa ta dùng chân đỡ bằng thép hàn hay có thể xây bằng gạch, bêtông. Tuy nhiên, trong ngành dầu khí ta thường dùng chân đỡ bằng thép hàn.

Ta chọn vật liệu làm chân đỡ, các thông số chân đỡ sau đó kiểm tra bền. Các yêu cầu khi kiểm tra bền:

- Giá trị ứng suất mà tải trọng tác dụng lên giá đỡ không lớn hơn 2/3 giá trị ứng suất vật liệu làm chân đỡ.

8. Các ảnh hưởng thủy lực đến bồn chứa

8.1 Áp suất làm việc cực đại

Là áp suất lớn nhất cho phép tại đỉnh của bồn chứa ở vị trí hoạt động bình thường tại nhiệt độ xác định đối với áp suất đó. Đó là giá trị nhỏ nhất thường

được tìm thấy trong tất cả các giá trị áp suất làm việc cho phép lớn nhất ở tất cả các phần của bồn chứa theo nguyên tắc sau và được hiểu chỉnh cho bất kỳ sự khác biệt nào của áp thủy tĩnh có thể tồn tại giữa phần được xem xét và đỉnh của bồn chứa.

Nguyên tắc: áp suất làm việc cho phép lớn nhất của một phần của bồn chứa là áp suất trong hoặc ngoài lớn nhất bao gồm cả áp suất thủy tĩnh đã nêu trên cùng những ảnh hưởng của tất cả các tải trọng kết hợp có thể xuất hiện cho việt thiết kế đồng thời với nhiệt độ làm việc kể cả bề dày kim loại thêm vào để bảo đảm ăn mòn .

Áp suất làm việc lớn nhất cho phép có thể được xác định cho nhiều hơn một nhiệt độ hoạt động, khi đó sử dụng ứng suất cho phép ở nhiệt độ đó.

Thử nghiệm áp suất thủy tĩnh được thực hiện trên tất cả các loại bồn sau khi tất cả các công việc lắp đặt được hoàn tất trừ công việc chuẩn bị hàn cuối cùng và tất cả các kiểm tra đã được thực hiện trừ những yêu cầu kiểm tra sau thử nghiệm.

Bồn chứa đã hoàn tất phải thỏa mãn thử nghiệm thủy tĩnh.

Những bồn thiết kế cho áp suất trong phải được thử áp thủy tĩnh tại những điểm của bồn có giá trị nhỏ nhất bằng 1,5 lần áp suất làm việc lớn nhất cho phép (áp suất làm việc lớn nhất cho phép coi như giống áp suất thiết kế), khi tính toán không dùng để xác định áp suất làm việc lớn nhất cho phép nhân với tỷ số thấp nhất ứng suất S ở nhiệt độ thử nghiệm và ứng suất S ở nhiệt độ thiết kế.

Thử nghiệm thủy tĩnh dựa trên áp suất tính toán có thể được dùng bởi thỏa thuận giữa nhà sản xuất và người sử dùng. Thử nghiệm áp suất tĩnh tại đỉnh của bồn chứa nên là giá trị nhỏ nhất của áp suất thử nghiệm được tính bằng cách nhân giá trị áp suất tính toán cho mỗi thành phần áp suất với 1,5 và giảm giá trị này xuống bằng áp suất thủy tĩnh tại đó. Khi áp suất này được sử dụng người kiểm tra nên đòi hỏi quyền được yêu cầu nhà sản xuất hoặc nhà thiết kế cung cấp các tính toán đã được sử dụng để xác định áp suất thủy tĩnh ở bất kỳ phần nào của bồn chứa .

Buồng áp suất của những thiết kế kết hợp được thiết kế hoạt động độc lập phải được thử như một bồn chứa riêng biệt nghĩa là tiến hành thử với bồn bên cạnh không có áp.

8.2 Tải trọng gió

Tải trọng gió bắt buộc phải được xác định theo những tiêu chuẩn, tuy nhiên những điều luật của quốc gia hoặc địa phương có thể có những yêu cầu khắc khe hơn. Nhà thầu nên xem xét một cách kỹ lưỡng để xác định yêu cầu nghiêm ngặt nhất và sự kết hợp yêu cầu này có được chấp nhận về mặt an toàn, kinh tế, pháp luật hay không. Gió thổi bất kỳ hướng nào trong bất kỳ trường hợp bất lợi nào đều cần phải xem xét.

8.3 Dung tích chứa lớn nhất cho bồn mái nổi

Khoảng 85 – 90% dung tích của bồn mái nổi được sử dụng trong điều kiện bình thường, phần thể tích không sử dụng là do khoảng chết trên (dead space) ở đỉnh và khoảng chết dưới (dead stock) ở đáy.

Đối với bồn mái nổi, chọn chiều cao bồn để đạt sức chứa lớn nhất. Khoảng chết trên và chết dưới chịu ảnh hưởng nhiều bởi chiều cao hơn là đường kính, do đó cùng với một thể tích thì bồn cao chứa nhiều hơn bồn thấp.

Chiều cao lớn nhất đạt được được xác định bởi điều kiện đất đai nơi đặt bồn. Do đó, khi chọn vị trí đặt bồn chứa phải điều tra về lãnh thổ nơi đặt bồn.

Do khoảng chết trên nên bể không được chứa đầy, nếu quá định mức thì sẽ được báo động bởi đèn báo động ở mức high level.

THI CÔNG BỒN CHỨA

1. Tổng quan thi công bồn chứa

Nền bồn chứa phải được thiết kế như một chân đỡ dẻo dai, với độ bền thích hợp để đảm bảo rằng nền có thể chịu được sự phân bố một cách hợp lý áp lực không cân bằng trên nền. Sự biến dạng của nền dưới một mức độ nhất định, tạo ra một nền móng có độ bền thích hợp. Cần phải loại trừ sự lún quá lớn và lún không đồng đều. Mối quan hệ giữa độ cứng của vỏ bồn với đáy bồn và nền đất cần quan tâm.

Đá nghiền có thể được cung cấp dưới vỏ bồn. Những vật liệu này giúp chống lại ứng suất cắt cũng như sự phá hủy trong suốt quá trình xây dựng.

Có 2 loại bồn chính là bồn sử dụng trong trường hợp sức gió mạnh và bồn áp thấp có tính đến sức gió được ký hiệu HBC và BHD.

Bề rộng của vai đỡ được chọn tùy thuộc vào tính ổn định của nền vai đỡ và nền được đảm bảo kích thuớc bề rộng vai đỡ nhỏ nhất nên là 1m cho bồn chứa cao 15m và 1,5m cho bồn chứa cao trên 15m.

Sự phân tích nền bồn chứa cần được tính thêm khả năng tác động của gió, động đất, các chất chứa trong bồn. Khả năng trượt của đất cần được nghiên cứu kỹ.

Ở những vùng tình trạng về đất chưa được hiểu biết một cách cặn kẽ thì nên gia tăng chiều cao của bồn chứa theo tiêu chuẩn có tính đến sự nghiên lún.

Đối với những khu vực có điều kiện thất thường hay mực nước lên xuống thất thường, khu vực đóng băng vĩnh cữu thì phải sử dụng các kết cấu đặc biệt riêng.

2. Các phương pháp thi công nền móng

Các tiêu chuẩn về nền móng được xem xét phù hợp với tất cả sản phẩm thông thường sẽ chứa trong bồn có trên thị trường và kho chứa kể cả dầu bôi trơn, nhựa đường với nhiệt độ thay đổi. Đối với những bể chứa LPG thì có những tiêu chuẩn riêng.

Hiện tượng lún không đều của bồn mái nổi do hiện tượng bóp méo của bồn, điều này làm hư hỏng cơ cấu bịt kín. Loại này có thể xây dựng trên nền đất bình thường (hoặc ngay cả yếu), một số trường hợp người ta sử dụng phương pháp dự phòng là dùng một lớp đá nghiền nhỏ hay vòng được gia cố bằng bê-tông phía dưới kết cấu bồn. Trường hợp này cũng dùng cho bồn mái cố định.

Cần có hệ thống thoát nước để phát hiện rò rỉ để tránh sự tích tụ nước tạo nên áp lực có thể phá hủy lớp bao phủ nền móng. Vải lọc được sử dụng dưới lớp

bao phủ của vai đỡ và đường dốc của vai đỡ nơi mà khả năng xói lỡ những vật liệu mịn hiện hữu có thể xảy ra.

Một vòng kim loại đặt dưới ngay những chỗ chịu lực cắt của kim loại xung quanh chu vi bồn.

Xung quanh chu vi bồn có bitume rộng 150 mm dùng làm đệm và chống thấm.

Bệ đỡ được gia cố và bề ngoài được phủ bởi miếng bê-tông dày ít nhất 50 mm chống thấm.

Các bước tiến hành cơ bản trước khi thi công nền móng bao gồm:

2.1 Khảo sát vị trí

Nhờ người tư vấn địa chất đáng tin cậy để khảo sát vùng đất (hiểu rõ đất đai địa phương, có kinh nghiệm về việc đặt nền móng…). Đây là bước quan trọng, ảnh hưởng suốt quá trình thi công.

2.2 Kiểm tra đất

Người ta thường dùng phép thử độ thấm hình nón của Dutch (DCTP's): những lổ khoan thay thế hay phép thử độ thấm tiêu chuẩn (SPT) sẽ được chấp nhận nếu những phép thử DCPT's không khả thi. Những phép thử trong phòng thí nghiệm trên những lỗ khoan sẽ xác định tính chất vật lý, cơ học và hóa học của đất ở những địa điểm và độ sâu khác nhau.

Tổng quát, số lần phép thử DCPT's sẽ được tiến hành trong phạm vi 1m xung quanh nền móng bể, đối với bể có đường kính có 15m hay nhỏ hơn, chỉ cần tiến hành 1 phép thử ở gần khu trung tâm của nền móng và 1 hoặc 2 lỗ khoan phụ. Chiều sâu của phép thử DCPT's sẽ phụ thuộc vào đường kính bể cũng như điều kiện tự nhiên của đất. Vấn đề đặc biệt quan trọng khi đường kính của bể lớn, bởi vì sự gia tăng đường kính bể sẽ tạo ra một ảnh hưởng rất lớn lên lớp đất bên dưới bể.

Số lần tối thiểu của những phép thử DCPT's:

- 3DCPT's đối với bể có đường kính $\leq$ 15m
- 5DCPT's đối với bể có đường kính $\leq$ 50m
- 9DCPT's đối với bể có đường kính $>$ 50m

Độ sâu được xuyên qua khoảng giữa có thể từ 3-5m dưới sàn của nền móng, để xác định bản chất của nền đất ngay dưới nền móng.

2.3 Vật liệu thi công nền móng

Hỗn hợp bitume-cát cho bê bồn chứa:

Cát sạch và lượng bùn ít hơn 5%. Lượng nguyên liệu chảy qua rây 200 mesh nên từ 3-5% (điều này có thể đạt từ nhiều nguồn pha trộn khác nhau), những hỗn hợp yêu cầu có thể được tạo thành từ nhiều loại cát với nhiều kích cỡ khác nhau.

Một số loại bitume thích hợp cùng với khoảng nhiệt độ

Loại	Khoảng nhiệt độ
Shelmac50/100	65-95
Shelmac150/200	80-95
Shelmac200/300	85-105
Shelmac300/400	95-110
Shelmac400/500	100-115
Shelmac500/700	110-120
Shelmac S.125	150-135
Shelmac SRO	70-100
MC 800	80-115
MC 3000	95-120
MC 3	65-95
MC 4	80-100
MC 5	100-120
Mexphalte 80/100	135-160
Mexphalte 60/70	145-170

Các loại máy trộn bitume-cát có thể trộn liên tục hay gián đoạn, trong một vài trường hợp phải trộn bằng tay mặc dù chúng chỉ có thể thực hiện khi hỗn hợp có độ chính xác cao. Cát phải được làm khô trên đĩa thép bằng lửa và bitume phải được nung trước khi trộn với nhau bằng xẻng.

Hỗn hợp bitume-cát có thể được rải bằng tay, nhưng phần lớn thi công đều sử dụng thiết bị chuyên dụng. Bề dày hỗn hợp thường dùng là 50 mm.

Hỗn hợp cát phải dễ dàng liên kết và dùng thiết bị lốp bơm hơi có trục lăn hoặc máy kéo lăn qua lại để thực hiện quá trình kết dính, dùng thêm máy kéo lốp sắt nhằm đẩy mạnh quá trình liên kết.

Hỗn hợp cát ướt cho vai đỡ của đá:

Cát không nên chứa hàm lượng bùn lớn hơn 3%. Hỗn hợp thỏa mãn không đòi hỏi giới hạn cấp độ, do hỗn hợp được trộn từ nhiều nguồn cát có cấp độ rộng. Tuy nhiên, hỗn hợp mong muốn nên từ 3-10% đi qua rây 200mesh.

Bitume là một phân đoạn kerosen đặc biệt đã được pha chế sẵn với tên thương mại là Shelmac SRO (Special Road Oil) với độ nhớt từ 40-50s STV(Standard Tag Viscocity) ở 25^0C. Đối với điều kiện nhiệt đới, thường sử dụng bitume cứng hơn với tên Tropical SRO, có thể đặt hàng từ nhà máy lọc dầu Shell.

Để phủ lên cát ướt ta cần thêm vào chất hoạt hóa để tạo liên kết với phụ gia chứa trong SRO. Chất hoạt hóa hiệu quả nhất là $Ca(OH)_2$ với hàm lượng khoảng 90%. Mặc dù chỉ một số lượng ít cần thiết cho phản ứng hóa học, nhưng trên 2% tổng khối lượng hỗn hợp được dùng để đảm bảo độ phân tán tốt trên cát. Xi măng Porland thường được thay thế với hàm lượng từ 3%-4% do xi măng có khối lượng riêng lớn. Chất hoạt hoá được phân tán vào cát trước khi với SRO. Lượng chất hoạt hóa không nên dùng với lượng lớn hơn do nó không dùng cho phản ứng hóa học, lúc đó sẽ cần lượng SRO thêm vào do chất hoạt hóa có bề

mặt riêng lớn và ngoài ra nó có thể gây giảm khả năng bền cơ làm hỗn hợp dòn và dễ vỡ hơn.

Nước là thành phần không thể thiếu và thậm chí ngay với cát ẩm thì cần phải thêm nước sao cho hàm lượng của nó tối thiểu là 5%.

Hàm lượng SRO nhỏ nhất được quyết định bởi việc kiểm tra đơn giản độ kết dính. Một hỗn hợp có thành phần: cát khô, 4%SRO, 2%$Ca(OH)_2$ và 10% nước được trộn bằng tay. Nói chung, hỗn hợp trộn từ hàm lượng SRO thích hợp thì thường đạt yêu cầu, nhưng cũng phải chú ý một số điều kiện tránh xảy ra sự không đông cứng của hỗn hợp do tính không thấm nước sẽ ngăn sự hóa hơi của nước và dung môi. Điều này thường xảy ra đối với những cấp độ mịn hay cát bị dơ đòi hỏi hàm lượng SRO cao. Do đó phải kiểm tra bằng cách lăn trên một cái khay, nếu hỗn hợp có tính thấm thì hỗn hợp đã được lăn trước sẽ bay đi. Nếu như nước không bay hơi thì hỗn hợp đem thử sẽ không có tính thấm nước và phải loại bỏ. Hỗn hợp được đem sử dụng và nén chặt bằng những phương pháp tương tự như đối với hỗn hợp cát khô và bitume.

2.4 Đê của bồn chứa

Đê được dùng để giữ sản phẩm trong khu vực được chắn và ngăn không cho sản phẩm tràn ra những khu vực xung quanh. Trong khoảng giữa của đê yêu cầu phải các bức tường bêtông hay đá. Trong một số trường hợp khi không đủ khả năng chứa lượng yêu cầu thì thêm vào những chỗ trũng.

Thiết kế của đê

Tường đê thường được gia cố bằng bê-tông, gạch hay đá. Trong những trường hợp đó phải quan tâm đặt biệt đến mối nối để đảm bảo chúng được chặt. Quan tâm đến khả năng rò rỉ xuyên qua hoặc bên dưới tường đê, phụ thuộc nhiều vào lớp mặt đất và lớp đất ngay bên dưới chỗ xây tường.

Sàn đê

Nền đê chứa chất xốp, với khu vực có mức nước thấp nhất không cần thiết phải chống thấm ra xung quanh việc rò rỉ chấp nhận được. Nơi có rò rỉ cao hay các vùng lân cận có thể bị ô nhiễm thì cần đề ra phương án chống thấm. Vấn đề quan tâm là khả năng chống thấm ở khu vực có mưa lớn hay ở nơi tồn trữ không có người. Trường hợp đó thì mức độ thấm ảnh hưởng quan trọng đến nền móng của bồn và tường đất của đê do chúng bão hòa với chất lỏng tạo nên sự phân rã, xói lỡ những lỗ hổng trong nền đê.

3. Các phương pháp thi công bồn chứa

Đối với bồn hình trụ, quá trình dựng bồn có thể tiến hành với nhiều phương pháp khác nhau. Không bó buộc một phương pháp cụ thể nào đối với các loại bồn khác nhau. Tuy nhiên đối với các nhà thầu vây dựng thường có kinh nghiệm, ứng với một trường hợp cụ thể họ sẽ đưa ra một giải pháp thích hợp tùy thuộc vào quá trình tối ưu hóa về mặt nhân công và trình độ kỹ thuật tay nghề

của đội công nhân. Nhiệm vụ của họ là đưa ra một quy trình xây dựng hoàn thiện mang tính khả thi, thoả đáng và có khả năng mang lại một kết quả tốt.




Để dựng một bồn chứa chất lượng mang tính mỹ quan có khả năng tránh được hiện tượng móp và méo bồn, tính đúng đắn của quy trình hàn cần được tuân thủ đi kèm với quá trình giám sát nghiêm ngặt.

Vì thế, để hạn chế tối đa các hiện tượng xấu có thể xảy ra trong quá trình xây dựng, trước tiên nhà thầu phải cân nhắc kỹ lưỡng lựa chọn phương pháp xây dựng hợp lý để đảm bảo mang lại một kết quả thoả mãn.

3.1 Phương pháp hàn hoàn thiện và ghép dần (Progressive Assemply and Welding)




Trong phương pháp này, trước tiên các tấm thép dùng để gia công mặt đáy được lắp ghép và hàn lại với nhau. Theo sau đó là quá trình gia công thân bồn. Quy trình được tiến hành từng tầng một, các tấm thép được uốn cong, đặt đúng vị trí, kẹp chặt với tầng bên dưới bằng các đinh ghim sau đó thì tiến hành quá trình hàn các tấm thép lại với nhau cho đến khi hoàn chỉnh hoàn toàn mối ghép ở tầng đang gia công. Cứ thế các tầng thép lần lượt được chồng lên cao cho đến đỉnh.

Cuối cùng là công đoạn lắp khung mái và mái bên trên

3.2 Phương pháp hàn gián đoạn và lắp ghép tổng thể (Complete Assembly followed by Welding of Horizontal Seams)



Phương pháp này tương tự như phương pháp trên, trước tiên các tấm thép được tập hợp để gia công đáy. Tiếp theo là quá trình gia công thân bồn. Các tấm ghép được uốn cong, đặt đúng vị trí và kẹp chặt, nhưng ở đây chỉ hàn trước các mối ghép dọc, vẫ giữ nguyên các mối ghép ngang. Cứ thế sau khi hoàn thiện tầng thép ban đầu tiếp tục đến các tầng thép bên trên và cho đến tầng thép cuối cùng.

Tiếp theo là quá trình lắp ghép khung mái và mái bồn.

Sau cùng các mối ghép ngang ở thân bồn mới được hàn để hoàn thiện hoàn toàn các mối ghép ở thân bồn. Quy trình này có thể thực hiện từ trên xuống hay từ dưới lên

3.3 Phương pháp nâng kích bồn (Jacking-up Method)

Trong phương pháp này, sau khi đáy bồn được gia công xong, tiến hành gia công tấm thép trên cùng, sau đó lắp ráp giàn mái và hàn mái và nắp với nhau. Qui trình hàn được thực hiện trên đáy bồn, các bộ phận được đỡ thông qua các con đội. Sau khi tầng thép trên cùng nối với nắp được hoàn thiện xong, người ta kích các con đội nâng chúng lên một độ cao vừa đủ và chèn vào các tầng thép bên dưới, tiến hành qui trình hàn hoàn thiện. Sau khi tầng thép được hoàn tất xong, các tầng thép bên dưới tiếp tục lần lượt cho đến khi hoàn thiện xong tầng thép dưới cùng. Cuối cùng là công đoạn hàn nó với đáy.

Ưu điểm của phương pháp này là khắc phục các kết quả xấu khi vừa thi công xong, đặc biệt là hiện tượng móp bồn.

3.4 Phương pháp nổi (Floation method)



Phương pháp này áp dụng cho các loại bể nổi. Trong giai đoạn đầu, quá trình được tiến hành tương tự như “phương pháp hàn hoàn thiện và ghép dần” cho đến khi hai tầng thép ban đầu được gia công xong. Dùng thiết bị nâng để đưa mái nổi đã gia công xong vào bên trong. Sau đó, nước được bơm vào bồn, mái nổi dâng lên đến một vị trí cần thiết. Người ta dùng nó như một sàn nâng công tác hữu hiệu cho quá trình thi công. Ngoài ra, một cần trục nhỏ di động cũng được dựng trên mái nổ để cẩu vào đúng vị trí cho quá trình hàn. Cứ mỗi khi một tầng thép được hoàn thiện xong, người ta lại bơm nước vào bồn dể thao tác cho các tầng thép bên trên.

Phương pháp này chỉ có khả năng áp dụng tại các các khu đất có khả năng chống lún cao và tiên đoán được khả năng chống lún của nó.

4. Chất lượng mối hàn

Chất lượng của mối hàn rất quan trọng, nó ảnh hưởng rất lớn đến cấu trúc của bồn, quá trình vận hành và tuổi thọ của bồn. Chất lượng của một mối hàn phụ thuộc vào rất nhiều nguyên nhân, trong đó có các nguyên nhân chính sau:

4.1 Trình độ của các thợ hàn

Khi hàn các tấm ghép bồn, khung mái sắt, cấu trúc, khung đỡ trong quá trình thi công bồn thì phải được thực hiện bởi những người thợ có tay nghề, có chuyên môn kỹ thuật và có nhiều kinh nghiệm trong nghề. Họ phải vượt qua được một kỳ thi kiểm tra trình độ theo tiêu chuyển quốc tế và họ phải có bằng cấp, giấy chứng nhận về kỹ năng, trình độ hàn.

Trong qúa trình hàn tạm hay hàn cố định đối với đáy bồn, vỏ bồn, mái bồn phải được sắp xếp sao cho giảm thiểu tối đa gây ra nguyên nhân gây biến dạng và móp bồn do mối hàn gây ra.

Trong quá trình hàn đáy bồn có thể hàn hoặc không hàn tấm kim loại vành khuyên dưới đáy bồn. Mục đích chính của những tấm kim loại này là để chống thấm

4.2 Chất lượng của qúa trình hàn

Chủ đầu tư trong quá trình lắp ghép phải có nhiệm vụ kiểm tra quy trình hàn của mình xem có phù hợp với những tiêu chuẩn quy định hay không (shell). Ngoài ra, kim loại hàn cũng được kiểm tra các thông số như tác động nhiệt hay tác động lực theo tiêu chuẩn quy định .

4.3 Điều kiện thời tiết

Quá trình hàn không nên tiến hành trong điều kiện thời tiết ẩm ướt hoặc mưa gió, bão, tuyết, mưa đá, v.v….trừ khi người hàn và quá trình hàn được che chắn cẩn thận .

Không nên tiến hành hàn khi nhiệt độ môi trường quá thấp (nhỏ hơn -18^{o}C). Trong trường hợp này, trước khi hàn phải gia nhiệt trước cả hai chổ nối của những tấm kim loại nền. Trong suốt quá trình hàn các lớp thì nhiệt độ gia nhiệt gia tăng luôn được duy trì trong 1 phạm vi nhất định. Đối với thép carbon

hay thép có ứng suất trung bình và cao đều phải được gia nhiệt trước theo những quy định nhất định .

4.4 Điện cực hàn và dây hàn

Vật liệu hàn phải có trong danh mục cho phép với các vật liệu hàn mà các tổ chức có chức năng quy định (mang tính quốc tế).

Điện cực hàn phải được bảo quản, giữ gìn trong thùng carton hay những nơi khô ráo tránh bị tác động xấu của môi trường.

Nếu như điện cực hàn bị ẩm ướt nhưng không hư hại gì thì vẫn có thể dùng lại khi được sự đồng ý của nhà sản xuất điện cực.Bất kể điện cực nào bị mất lớp vỏ bảo vệ hay hư hại thì đều phải bị loại bỏ. Những điện cực cơ bản hoặc điện cực chứa ít Hydrogen sẽ được dùng cho những lớp hàn nền, điều này là bắt buộc khi bề dày của tấm kim loại >19mm hay nhiệt độ môi trường thấp. Điện cực thấp Hydrogen phải được bảo vệ khô ráo trong suốt quá trình hàn, đây là yêu cầu của nhà sản xuất. Điện cực thấp hydrogen được dùng khi hàn tay những kim loại có ứng suất trung bình cao.

4.5 Vát mép mối hàn

Đối với quá trình hàn tự động thì việc chuẩn bị mép hàn phải được tiến hành theo quy định chuẩn tuỳ thuộc vào bề dày và kim loại của vật liệu làm bồn

4.6 Trình tự hàn

Hàn tạm thời được ứng dụng khi hàn dọc các mối nối giữa các tấm bồn và những mối hàn ngang giữa hàng cuối của vỏ bồn với đáy bồn trong suốt quá trình lắp đặt bồn, nhưng sau đó nó phải được loại bỏ mà không để lại dấu vết gì khi tiến hành hàn cố định.

Khi thi công bồn bể thì phương pháp hàn tự động được áp dụng với nhiều ưu điểm :

- Năng suất hàn đạt hiểu quả cao .
- Mối hàn đồng đều và ít gặp những lỗi do thao tác tay của con người gây ra (lẫn xí,lỗ xốp)
- Tiết kiệm được vật liệu hàn
- Tạo được sự kết lắng đồng đều giữa kim loại nền và kim loại hàn, do đó mối hàn được đảm bảo được tính cơ, lý, hóa.
- Giảm được chi phí nhân lực và những thiết bị phụ đi kèm

Đối với thi công bồn bể thì chủ yếu có hai mối hàn là hàn dọc và hàn ngang.

Trong những mối hàn gồm nhiều lớp, mỗi lớp hàn của kim loại hàn đều phải được làm sạch xỉ và những chất kết lắng khác trước khi tiến hành hàn lớp tiếp theo. Mối hàn được xem như hoàn tất khi mối hàn đã được làm sạch. Phải làm vệ sinh các lớp xỉ, các chất bẩn bám bên ngoài trước khi được kiểm tra và quét sơn.

Trong suốt quá trình hàn phải có sự tương đối giữa tốc độ hàn và chất lượng của mối hàn. Mỗi mối hàn cần có đủ thời gian để kim loại hàn và kim loại nền chảy ra, lắng kết hiệu quả nhất (giảm tối thiểu nhưng ứng suất nội bên trong

mối hàn) để đảm bảo các tính chất kim loại đông tụ là tương đương với vật liệu nền ban đầu.

5. Trình tự thi công bồn chứa

5.1 Chuẩn bị thi công (Prefabrication)

Đối với vị trí đặt bồn nguy hiểm hoặc nằm gần các bồn hiện hữu đang tồn trữ các sản phẩm nhẹ. Vì lý do an toàn, bồn có thể được gia công trước và sau đó được vận chuyển đến công trường thi công bằng một trong các phương pháp sau: Gia công bồn trước tại công xưởng (kích thước tối đa của bồn phụ thuộc vào giới hạn và khả năng của phương tiện vận chuyển, Thông thường giới hạn đường kính tối đa là 12m) và gia công bồn trước tại một vị trí tạm thời an toàn nằm gần vị trí đặt bồn. Sau đó bồn được vận chuyển đến công trường thi công bằng cần cẩu, xe lăn hoặc vòng đệm khí.

Cần lưu ý tiến hành quá trình thử thuỷ lực sau bồn được cố định tại vị trí xác định.

5.2 Quy trình thi công bồn

Hệ giằng chống gió

Trong quá trình xây dựng, bồn phải được bảo vệ để có khả năng chống lại sự biến dạng hoặc các hư hại có khả năng xảy ra do áp suất tác động bởi gió bằng các loại cáp neo hoặc cột chống thích hợp. Các neo phải được cố định vững chắc trong suốt quá trình thi công cho đến khi bồn đã được hoàn chỉnh mối hàn ở thân máy và khung mái, Đối với bồn nắp hở phải đợi cho đến khi dầm chống gió được hoàn thành. Cần quan tâm đến ổn định vững chắc của mấu neo cho cáp khi công trường thi công tạm nghĩ vào cuối tuần hoặc ngày lễ, đặt biệt lưu ý đối với các loại đất bùn yếu. Cáp được bố trí với yêu cầu tối thiểu một cáp mỗi 8m quanh chu vi bồn.

Đối với khu vực có gió mạnh, phương pháp nổi là một phương pháp hiệu quả để ổn định, bảo vệ bồn trong quá trình thi công. Vì lý do này, phương pháp ngoài áp dụng cho các bồn nắp nổi còn có thể áp dụng linh động để xây dựng các bồn để hở và bồn nắp cố định.

Phụ tùng phụ trợ:

Giá đỡ, đai ốc, kẹp ghim và những thiết bị bỗ trợ trong quá trình xây dựng có thể được hàn gắn vào thành bồn nhưng khi hoàn tất quá trình gia công thì phải tháo gỡ các linh kiên này nhưng không được dùng đục để đẻo, kìm để kéo hoặc giựt mạnh các bộ phận này ra. Sau đó tiến hành giũa bằng các phần kim loại nhô ra do vật liệu hàn và làm sạch bề mặt bồn khỏi xỉ hàn. Khi phát hiện các chỗ lỗm phải dùng các vật liệu cùng bản chất hàn nóng chảy để điền đầy chổ khuyết và sau đó dùng giũa san bằng.

Quá trình gắn tầng thép ban đầu vào đáy bồn:

Trong quá trình này cần lưu ý đến khe hở cho phép giữa hai bề mặt thân và đáy bồn để bù trừ với hiện tượng co giãn của kim loại khi hàn và dưới tác động của môi trường. Sau khi các tấm thép được uốn cong và đặt vào đúng vị trí, thân bồn được đội để kiểm tra tính tròn đều của thân. Trước khi được hàn dính vào đáy, cần sử dụng kẹp kim loại để giữ các tấm thép đúng vị trí và các thiết bị hổ trợ khác gắn vào đáy bồn để bảo đảm tính chính xác sau khi đội trong suốt quá trình hàn.

Kiểm tra tính đều đặn:

Trước khi hàn các tấm thép lại với nhau (khi hoàn thành tầng dưới cùng nối với dáy), cần kiểm tra tính điều đặn thẳng hàng và tồn tại khe hở hợp lý giữa các tấm thép, bất cứ sự sai lệch nào xác định được sau quá trình hàn phải nằm trong khoản dung sai cho phép. Nếu ta tiên liệu được các giá trị sai lệch vượt quá khoản gía trị cho phép thì phải tiến hành cân chỉnh lại các tấm thép trước khi quá trình hàn được bắt đầu.

Phải thật sự cẩn trọng, phối hợp hiệu quả các quá trình chuẩn bị trước đó với qui trình hàn để bảo đảm hình dạng tròn đều của đường kính và giảm thiểu sự biến dạng trong suốt chiều dài bồn từ đáy đến đỉnh bồn. Nhà đầu tư có quyền từ chối tiếp nhận bồn chuyển giao khi phát hiện bồn có dấu hiệu bị oằn, móp hay bất cứ sự biến dạng nào khác. Khi bồn đã được hoàn thành, không được phép nắng chỉnh bồn bằng phương pháp gọt tỉa để đạt sự đều đặn trong mọi trường hợp.

Sau khi tầng một được dựng lên và hàn xong, Độ sai lệch của bán kính trong được xác định từ tâm bồn đến bất kỳ điểm nào ở thành trong của bồn so với bán kính danh nghĩa không được lớn hơn các giá trị Δ so với đường kính bồn

- $D \leq 12.5m$ $\Delta = 13mm$
- $12.5 < D \leq 45m$ $\Delta = 19mm$
- $D > 45m$ $\Delta = 25mm$

***Khung và mái tôn lợp mái*:**

Trước tiên phải kiểm tra cụ thể sự lún của bồn và nắn chỉnh thân bồn để đạt được hình dạng yêu cầu trước khi dựng khung mái và các tấm lợp mái. Các cột chống đỡ được dựng lên tạm thời làm chân đỡ cho quá trình lắp ráp khung mái. Nhà thầu xây dựng phải tính toán tải trọng tối đa mà các cột phải chịu tác động. Sau đó tuỳ theo khả năng chịu lực của từng loại cột mà tính toán ra số cột và bố trí đối xứng ở những vị trí thích hợp. Khi các cột đỡ dựng xong, xà dầm hướng tâm, đòn tay và các hệ giằng đứng và ngang được dựng lên, cần lưu ý vị trí của các thanh giằng phải được lắp ráp chính để mái có hình dạng cân xứng và không lệch với thân bồn. Hoàn tất công đoạn này thông qua quá trình hàn các bộ phận lại với nhau. Sau đó có thể tháo cột đỡ và tiến hành quá trình gia công đối với tôn lợp mái.

Trong quá trình tập hợp, bố trí và lắp ráp các tấm lợp lại với nhau cần sắp xếp sau cho chúng được sắp xếp dối xứng với nhau qua tâm bồn. Mục đích của quá trình này là để tải trọng phân bố đối xứng qua khung mái tức tải trọng phân

bố đều xung quanh móng bồn. Khi tải trọng phân bố không đều thì sẽ dẫn đến ứng lực tập trung tại một vị trí rất dễ dẫn đến hiện tượng nghiêng bồn khi quá trình lún xảy ra. Sau khi các tấm thép được cân chỉnh xong có thể tiến hành qui trình hàn dính vào khung mái.

5.3 Các phương pháp di chuyển bồn

Di chuyển bồn trên con lăn:

Để di chuyển bồn trên những con lăn, trước hết cần phải nâng bồn ra những nền móng tạm thời xung quanh chu vi ngoại biên 6m. Một hệ thống đường ray bằng sắt, được bôi trơn bằng mỡ, thích hợp với toàn bộ chiều dài đoạn đường, và hơi nghiêng về phía nền móng mới. Những con lăn bằng thép nằm trên đường ray sẽ nâng đỡ toàn bộ bồn trong suốt quá trình di chuyển .

Khi bồn nằm trên con lăn thì nó đã được đẩy bằng tời hay máy kéo. Khi đến vị trí mới, nó sẽ được nâng lên lại, hệ thống ray phía dưới sẽ được loại bỏ, sau đó bồn được hạ đến vị trí mới. Trong quá trình di chuyển thì bồn phải được kiểm tra giám sát chặt chẽ, trong những điều kiện thời tiết thất thường mưa gió thì không nên thực hiện, đồng thời phải có biện pháp bảo vệ bồn bằng các hệ thống dây đai và dây neo.

Di chuyên bồn bằng phương pháp nổi:

Phương pháp này được thực hiện bằng cách đào con mương theo lộ trình, sau đó mương được làm đầy nước với một độ sâu thích hợp để bồn có thể nổi khỏi nền móng của nó. Bồn được làm nổi, được đẩy đi đến nền móng đã chuẩn bị tại vị trí mới và cho phép đặt ổn định trở lại khi ta tháo nước ra khởi mương.

Ví dụ như với bồn có đường kính 36m, chiều cao 12m thì có thể nổi trên con mương với chiều sâu 600mm. Khi bồn nổi có thể được đẩy bằng tời hoặc may kéo, sử dụng hệ thống riêng biệt dây cáp để ổn định nó trong quá trình di chuyển.

Trong quá trình di chuyển đối với bồn nắp cố định có thể di trì một áp lực tối đa là 20 mbar trong bồn nhằm tránh được áp lực nước gây ra khi bồn nổi.

Để giữ được vị trí vuông góc với mặt nước trong khi di chuyển người ta có thể hạn chế bằng cách thêm cái túi đựng cát vào dưới đáy bồn

Phương pháp này cũng không nên tiến hành trong điều kiện thời tiết mưa gió.

Di chuyển bồn bằng đệm không khí:

Hiệu quả của phương pháp này dựa trên tính lơ lửng nhằm làm giảm trọng tải của bồn trong quá trình di chuyển. Mặc khác phương pháp này làm giảm tối đa chi phí, không cần phải tốn những chi phí làm đường sắt hay đào đê. Trong phương pháp này, bồn có thể di chuyển hay quay một cách dễ dàng. Với các đoạn đường có tình trạng thông thường thì không có vấn đề gì xảy ra, không cần phải sửa sang lại đoạn đường di chuyển, mà mức độ chính xác đặt bồn rất cao.

Sau khi bồn được di chuyển đến nền mống mới bởi một trong ba phương pháp trên, thì các mối hàn ở đáy bồn phải được kiểm tra lại về ứng suất và rò rỉ.

Chương 4

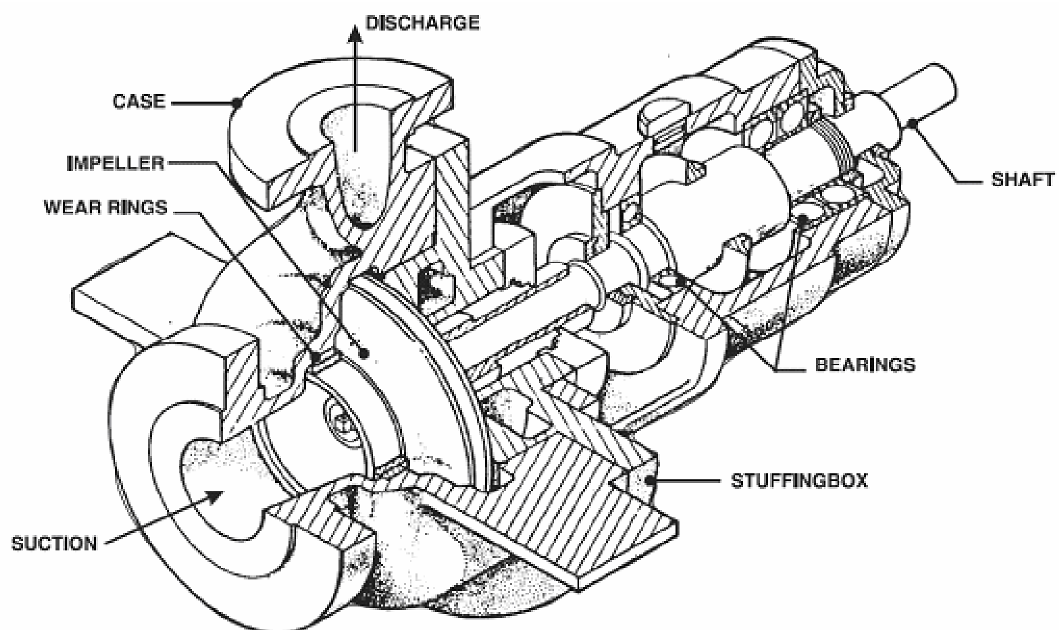
CÁC THIẾT BỊ PHỤ TRỢ BỒN CHỨA

1. Hệ thống Bơm

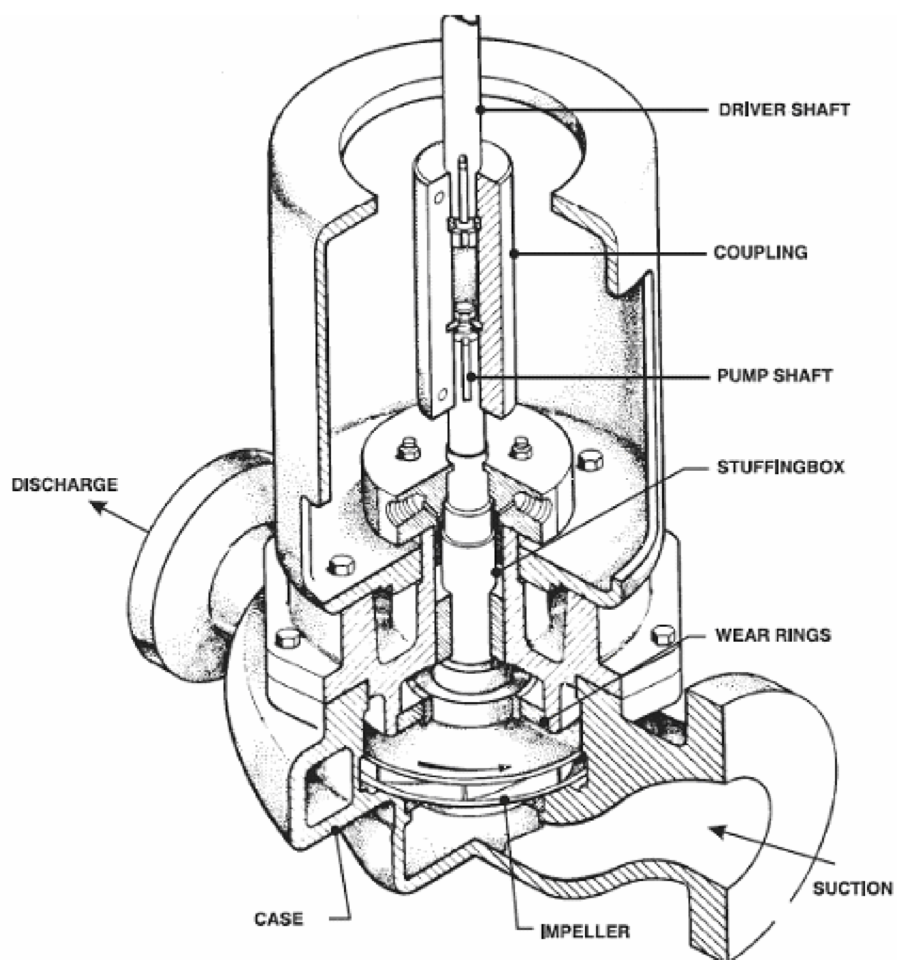
1.1 Bơm ly tâm

Bơm ly tâm làm việc theo nguyên tắc ly tâm. Chất lỏng được hút và đẩy cũng như nhận thêm năng lượng (làm tăng áp suất) là nhờ tác dụng của lực ly tâm khi cáng guồng quay. Bánh guồng được đặt trong thân bơm và quay với vận tốc lớn. Chất lỏng theo ống hút vào tâm guồng theo phương thẳng góc rồi vào rãnh giữa các cáng guồng và chuyển động cùng với guồng. Dưới tác dụng của lực ly tâm, áp suất của chất lỏng tăng lên và văng ra khỏi guồng theo thân bơm (phần rỗng giữa vỏ và cánh guồng) rồi vào ống đẩy theo phương tiếp tuyến. Khi đó ở tâm bánh guồng tạo nên áp suất thấp. Nhờ lực mặt thoáng bể chứa (bể hở áp suất khí quyển), chất lỏng dâng lên trong ống hút vào bơm. Khi guồng quay, chất lỏng được hút và đẩy liên tục, do đó chất lỏng chuyển động rất đều đặn. Đầu ống hút có lưới lọc để ngăn không cho rác và vật rắn theo chất lỏng vào bơm gây tắc bơm và đường ống. Trên ống hút có van một chiều giữ chất lỏng trên ống hút khi bơm ngừng làm việc. Trên ống đẩy có lắp van một chiều để tránh chất lỏng khỏi bất ngờ đổ dồn về bơm gây ra va đập thuỷ lực có thể làm hỏng guồng và động cơ điện (khi guồng quay ngược do bơm bất ngờ dừng lại). Ngoài ra trên ống đẩy còn lắp thêm một van chắn để điều chỉnh lưu lượng chất lỏng theo yêu cầu. Bơm ly tâm lúc khởi động không đủ dể đuổi hết không khí ra khỏi bơm và ống hút, tạo ra độ chân không cần thiết. Vì vậy, trước khi mở máy bơm, phải mồi chất lỏng vào đầy bơm và ống hút hoặc có thể đặt bơm thấp hơn mực chất lỏng trong bể hút cho chất lỏng tự động choán đầy thân bơm.

Áp suất của chất lỏng do lực ly tâm tạo ra hay chiều cao đẩy của bơm phụ thuộc vào vận tốc quay của guồng; vận tốc càng lớn thì áp suất và chiều cao đẩy càng lớn. Tuy nhiên, không thể tăng số vòng quay bất kì được, vì lúc ấy ứng suất trong vật liệu làm guồng sẽ tăng và đồng thời trở lực cũng tăng cùng vận tốc. Do dó bơm một cấp chỉ đạt được áp suất tối đa 40 đến 50m, còn muốn tăng áp suất chất lỏng lên hơn nữa thì phải dùng bơm nhiều cấp.



Bơm ly tâm 1 cấp trục ngang



Bơm ly tâm 1cấp trục đứng

Ưu điểm của bơm ly tâm:

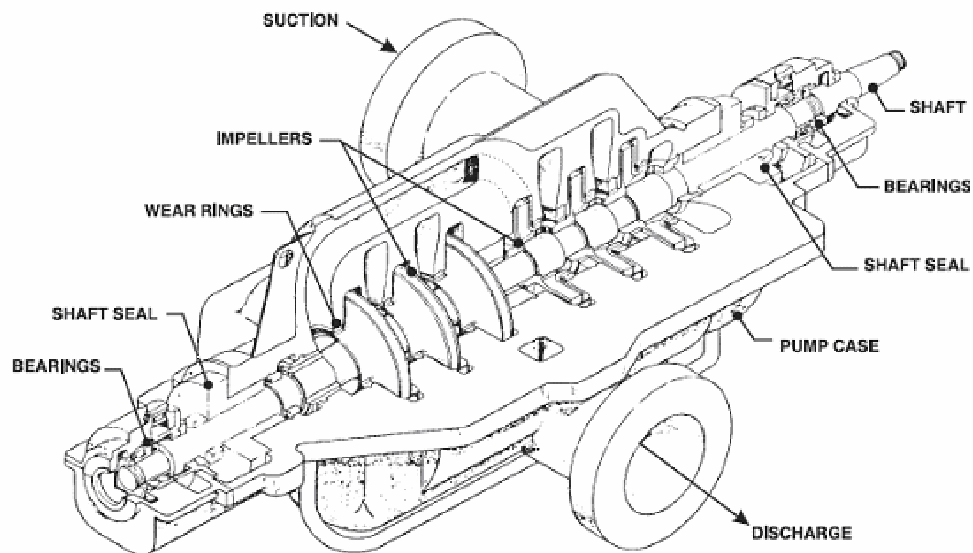
- Tạo được lưu lượng đều đặn đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, đồ thị cung cấp đều đặn không tạo hình sin.
- Số vòng quay lớn, có thể truyền động trực tiếp từ động cơ điện.
- Cấu tạo đơn giản, gọn, chiếm ít diện tích xây dựng mà không cần kết cấu nền móng quá vững chắc. Do đó giá thành chế tạo, lắp đặt, vận hành thấp.
- Có thể dùng để bơm nhưng chất lỏng bẩn vì khe hở giữa cánh guồng và thân bơm tương đối lớn, không có van là bộ phận dễ bị hư hỏng và tắc do bẩn gây ra.
- Có năng suất lớn và áp suất tương đối nhỏ nên phù hợp với phần lớn các quá trình.

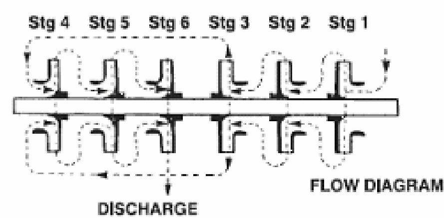
Vì vậy, gần đây bơm ly tâm đả dần dần thay thế bơm pittông trong trường hợp áp suất trung bình và thấp, còn năng suất trung bình và lớn.

Tuy nhiên bơm ly tâm cũng tồn tại nhiều nhược điểm cần nghiên cứu cải tiến:

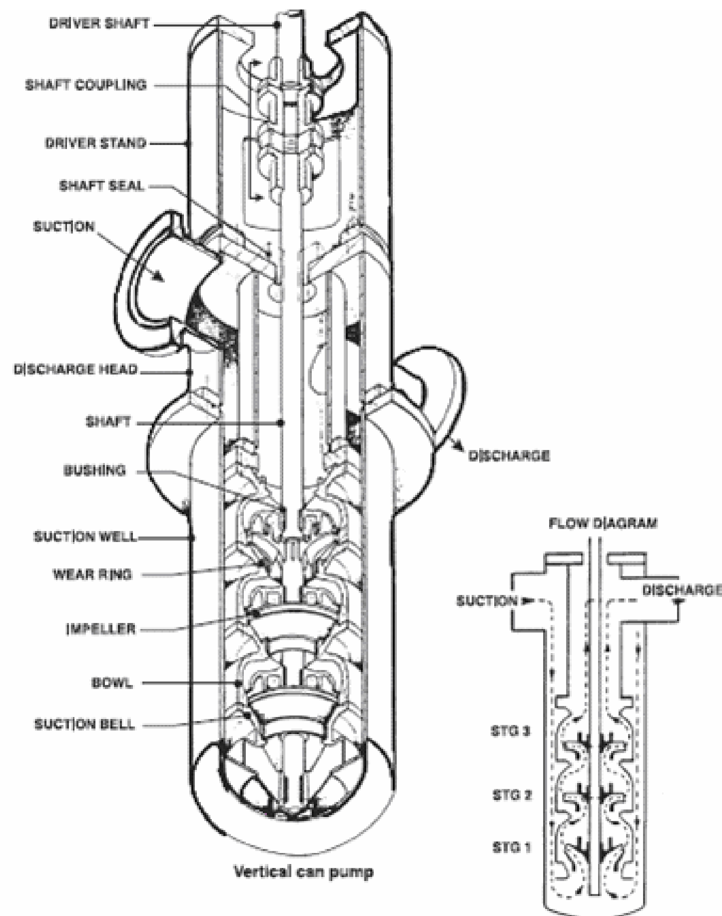
- Hiệu suất thấp hơn bơm pittông từ 10 đến 15%
- Khả năng tự hút kém nên trước khi bơm phải mồi đầy chất lỏng cho bơm và ống hút khi bơm đặt cao hơn bể chứa.

Nếu tăng áp suất thì năng suất giảm mạnh so với thiết kế do đó hiệu suất giảm theo.





Bơm đa cấp nằm ngang



Bơm đa cấp trục đứng

1.2 Bơm trục vít

Bơm trục vít được sử dụng khi bơm các sản phẩm vài bồn có áp lực lớn và tránh tạo tia lửa điện.

Bơm có thể có một, hai, hoặc ba trục vít đặt ở vị trí nằm ngang hoặc thẳng đứng. Loại bơm ba trục vít thì trục giữa là trục dẫn và hai trục bên là trục bị dẫn. Khi làm việc bình thường trục dẫn không truyền momen xoắn cho các trục bị dẫn mà các trục này xoay dưới áp suất chất lỏng. Các trục bị dẫn chỉ có tác dụng bít kín.

2. Hệ thống van (valves)

Van được sử dụng thêm trong hệ thống để ngắt chuyển hoặc điều chỉnh dòng chất lỏng. Dựa vào chức năng của van, sự thay đổi trong trạng thái dòng của van, có thể điều chỉnh được bằng tay, hoặc tự động nhờ cài tín hiệu từ thiết bị điều khiển, hoặc là van có thể tự động để tác động để thay đổi chế độ của hệ thống. Một số loại van và những ứng dụng của chúng sẽ được mô tả trong phần này.

2.1 Van chặn

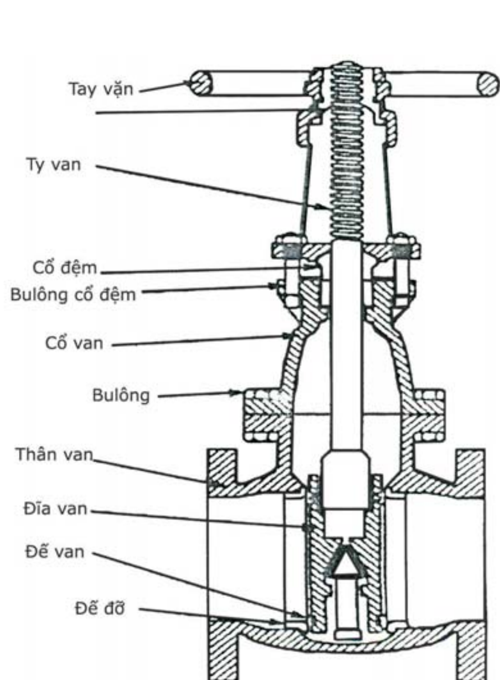
Van chặn là loại van được dùng để ngăn dòng chảy hoặc một phần dòng chảy nhằm đạt được một dòng chảy mới ở sau van. Yêu cầu cơ bản thiết kế một van chặn là đưa ra trở lực dòng tối thiểu ở vị trí hoàn toàn mở và đạt được đặc tính dòng kín ở vị trí hoàn toàn đóng. Van cổng, van cầu, van bi, van bướm, van màng có thể đáp ứng được tất cả các yêu cầu trên ở những mức độ khác nhau, ví vậy được sử dụng rộng rãi trong việc đóng cắt. Những kiểu van thực tế được đánh giá bằng các thông số sau:

- Chênh áp
- Độ kín
- Đặc tính dòng chất lỏng
- Kín hệ thống
- Yêu cầu tác động
- Chi phí ban đầu
- Bảo dưỡng

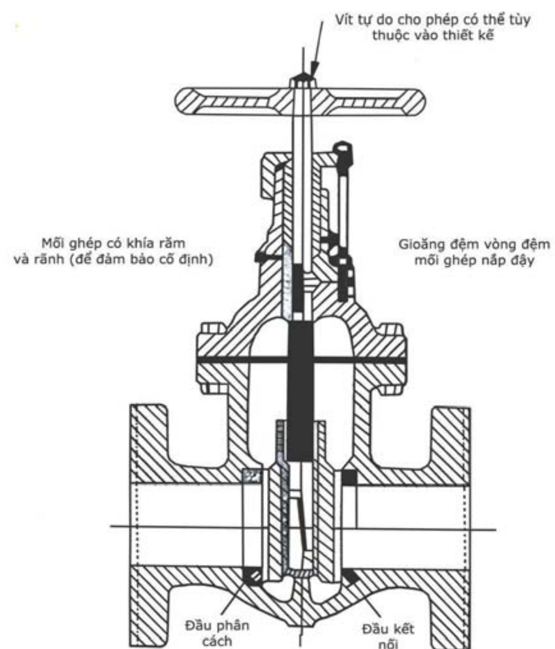
Van cổng hay van cửa (gate valve): Van cửa được thiết kế để làm việc như một van chặn. Khi làm việc, van loại này thường là đóng hoàn toàn hoặc là mở hoàn toàn. Khi mở hoàn toàn, chất lỏng hoặc là khí chảy qua van trên một đường thẳng với trở lực rất thấp. Kết quả tổn thất áp lực qua van là tối thiểu.

Van cửa không nên dùng để điều chỉnh hoặc tiết lưu dòng chảy bởi vì không thể đạt được sự điều khiển chính xác.

Hơn nữa, vận tốc dòng chảy cao ở vị trí van mở một phần có thể tạo nên sự mài mòn đĩa và bề mặt trong van. Đĩa van không mở hoàn toàn cũng có thể bị rung động.



Van chặn có bích hai đĩa ty van đi lên áp suất 150 psig



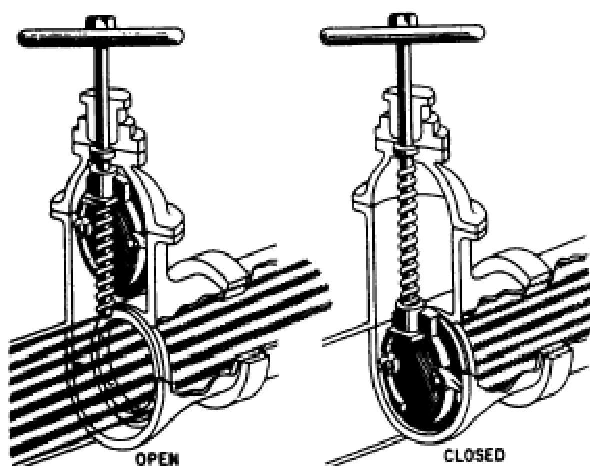
Van chặn hai đĩa ty cố định

Van cửa bao gồm ba bộ phận chính: thân van, cổ van và khung van. Thân van thường được gắn với đường ống bằng mặt bít, ống vít, hoặc nối bằng hàn.

Cổ van bao gồm các phần chuyển động được ghép vào thân thông thường là bằng bulông để cho phép bảo dưỡng và lau chùi. Khung van bao gồm ty van, cửa van, đĩa van và đế van hình nhẫn. Hai loại van cửa cơ bản là kiểu van hình nêm và kiểu van hai đĩa. Ngoài ra còn có một số kiểu van cải tiến từ hai loại đĩa trên.

Van cầu (Globe valves): Van cầu truyền thống dùng để chặn dòng chảy. Mặc dù van cầu tạo nên tổn thất áp lực cao hơn van thẳng (Ví dụ: van cửa, xả, bi…) nhưng nó có thể dùng trong trường hợp tổn thất áo lực không phải là yếu tố điều khiển.

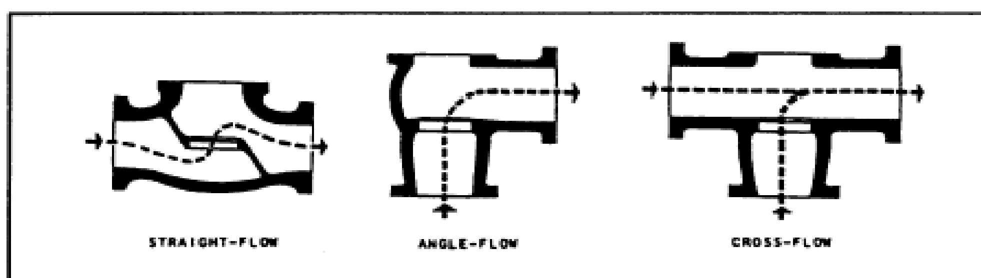
Van cầu bao gồm: van cầu kiểu chữ Y và van góc.



Van cầu thường được sử dụng để điều chỉnh lưu lượng. Dải lưu lượng điều chỉnh, tổn thất áp lực và tải trọng làm việc phải được tính toán đến khi thiết kế van để đề phòng van sớm bị hỏng và đảm bảo vận hành thông suốt.

Van cầu thường là loại có ty ren trơn trừ van loại lớn thì có kết cấu bề ngoài bắt bulông bằng đòn gánh. Phụ kiện của van cầu cũng giống như phụ kiện van cửa. Bảo dưỡng van cầu thì tương đối dễ dàng vì đĩa van và đế van cùng phía. Với đĩa cố định, đĩa thường có bề mặt phẳng ép ngược vào đế van giống như một cái nắp. Kiểu thiết kế đế van này không phù hợp với tiết lưu áp suất cao và thay đổi.

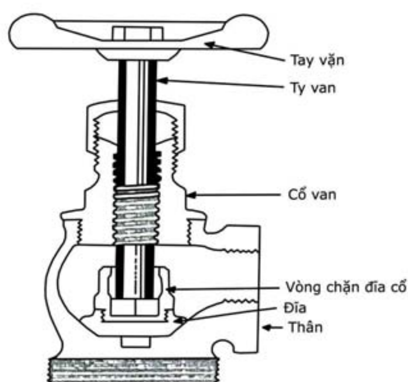
Van cầu là những van tồn tại thường xuyên nhất. Những kiểu van khác cũng có thân cầu. Do đó, nó dựa vào cấu trúc bên trong để xác định kiểu van. Lối vào và ra của van được sắp xếp theo những yêu cầu của dòng chảy.



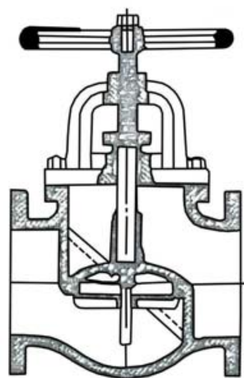
Van cầu truyền thống dùng để chặn dòng chảy. Mặc dù van cầu tạo nên tổn thất áp lực cao hơn van thẳng nhưng van cầu có thể được dùng trong trường hợp tổn thất áp lực không phải là yếu tố điều khiển nữa.

Van cầu thường sử dụng để điều chỉnh lưu lượng. Dải lưu lượng điều chỉnh tổn thất áp lực và tải trọng làm việc phải được tính toán đến khi thiết kế van để đề phòng van sớm bị hỏng và đảm bảo vận hành trong suốt.

Van phải chịu áp suất cao và thay đổi trong lĩnh vực tiết lưu phải có thiết kế kiểu van phải rất đặc biệt, thường sử dụng hai loại van sau: Van cầu cỡ lớn điển hình ghép bích và van cầu góc với mép bắt bulông.



Van cầu góc với mép bắt bu lông



Van cầu cỡ lớn điển hình ghép bích

Cấu tạo gồm các bộ phận chính như: tay vặn, cổ van, ty van, vòng chặn đĩa cổ, thân van, đĩa van, đế van.

Hoạt động: Đĩa van truyền thống ngược với kiểu đĩa cắm, tạo ra lớp tiếp xúc mỏng giữa đế truyền thấy hình búp măng và bề mặt đĩa. Diện tích tiếp xúc hẹp này rất khó bị phá vỡ vì vậy làm kín áp lực dễ dàng. Kiểu thiết kế ny cho phép chôn kín và tiết lưu hợp ly trong van cầu quay, đĩa và đế hình nhẫn thường được tráng bằng đồng thau. Trong van cầu bằng thép dùng đến nhiệt độ với 750^0F, van thường được mạ thép không rỉ. Các bề mặt thường được tôi luyện nhiệt để đạt được được giá trị độ cứng khác nhau. Những loại vật liệu khác, bao gồm vả hợp kim Coban cũng được sử dụng.

Bề mặt đế van là nền, để đảm bảo chắc chắn toàn bộ bề mặt được tiếp xúc khi van đóng. Với những loại có áp lực thấp hơn, mặt phẳng tiếp xúc được duy trì bơi các đĩa khoá vít dài.

Đĩa quay một cách tự do quanh ty van để tránh làm xước bề mặt đĩa và đế hình nhẫn. Ty van dựa vào một tấm chặn cứng, tránh làm xước ty van và đĩa ở điểm tiếp xúc.

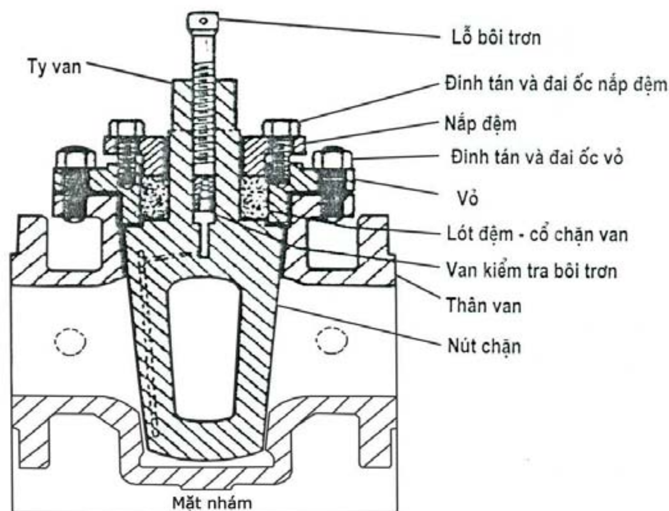
2.2 Van điều chỉnh

Van điều chỉnh được sử dụng thêm cho hệ thống đường ống để điều chỉnh dòng chất lỏng, phụ thuộc vào mục đích ban đầu là điều khiển dòng chảy, áp lực hay là nhiệt độ mà nhiệm vụ đặt ra là tăng hoặc giảm dòng chất lỏng qua van nhằm thoả mãn tín hiệu từ bộ điều chỉnh áp suất, lưu lượng hoặc nhiệt độ.

Yêu cầu đầu tiên của một van điều chỉnh là điều chỉnh lưu lượng dòng chảy từ vị trí mở đến đóng trong dải áp suất làm việc mà không bị phá huỷ. Những

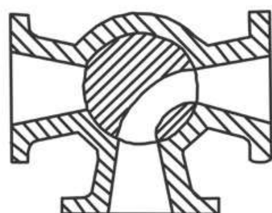
van thiết kế đạăc biệt như là cầu kim, bướm, bi, màng có khả năng đáp ứng những yêu cầu trên ở các mức độ khác nhau. Các nhà sản xuất nên chọn lựa giới hạn làm việc cho từng loại van cụ thể.

Van nút: Van nút còn gọi là van lẫy, thường được dùng để duy trì lưu lượng đầy đủ giống như van cửa ở nơi cần phải tác động nhanh. Nó thường được dùng cho hơi, nước, dầu, khí và các áp dụng hoá chất lỏng. Van hút thường không được thiết kế điều chỉnh lưu lượng. Như vậy một số loại van này được thiết kế một cách đặc biệt dược dùng cho mục đích này, đặc biệt là cho tiết lưu dòng khí.

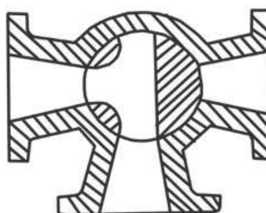


Van nút với hệ thống bôi trơn

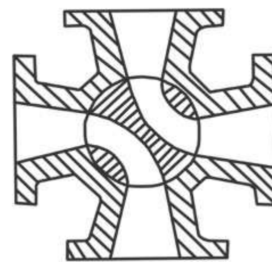
Thân và đĩa hình côn mang lại những đặc tính cần thiết cho van hút. Thiết kế cẩn thận phần thân trong van có thể mang lại hiệu suất dòng chảy rất cao. Cửa của đĩa hình côn thường là hình chữ nhật. Tuy nhiên, một số loại van có thể kết cấu cổng tròn. Những kiểu van chủ yếu là dạng bình thường, dạng ống venturi ngắn, cửa tròn và nhiều cửa.



3 ngả
2 cửa



3 ngả
3 cửa



4 ngả
4 cửa

Các kiểu van nhiều cửa

Ưu điểm của van nút nói chung có thể được sửa chửa nhanh chóng hoặc là rửa sạch mà không cần thiết phải tháo thân van ra khỏi hệ thống đườc ống. Nó có thể được sử dụng trong lĩnh vực từ áp suất chân không đến 10.000 psi và

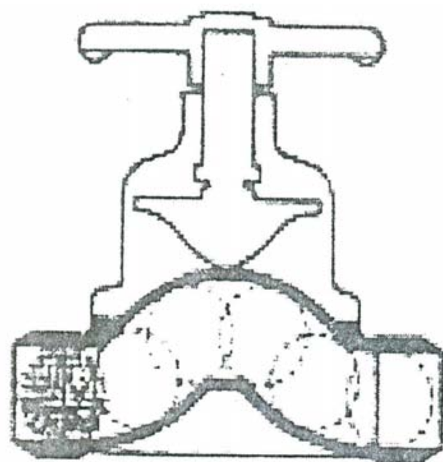
nhiệt độ từ -50 đến 150^0F. Các van nút có thể được tráng với rất nhiều vật liệu khác nhau, phù hợp với nhiều ứng dụng cho hoá chất.

Van dạng màng: Van dạng màng có rất nhiều thuận lợi trong những ứng dụng với áp lực thấp mà không thể đạt được bằng các van khác. Dòng chất lỏng chảy qua van một cách đều đặn, giảm thiểu tổn thất áp lực.

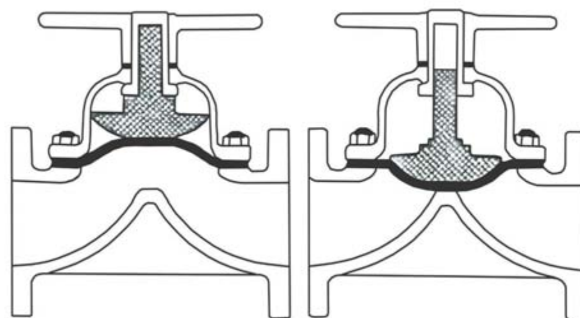
Van này rất phù hợp với những ứng dụng hiện đại vào lĩnh vực tiết lưu, nó mang lại đặc tính làm kín tuyệt vời.

Dòng chất lỏng được ngăn khỏi những phần làm việccủa van ngăn chặn tạp chất, hoá chất lỏng và sự mài mòn các kết cấu cơ khí. Bởi vì không có rò rĩ dọc theo xung quanh ty van nên loại van này hoàn toàn kín. Đặc tính này làm cho van trở nên quan trọng trong các ứng dụng, vì nó không cho phép có rò rỉ ra khỏi hoặc từ ngoài vào hệ thống.

Van màng bao gồm thân van có đế van đặt ở dòng chảy, màng van mềm dẻo tạo nên một vùng áp lực phái trên van, một máy nén khí dùng để tạo áp lực lên màng ngược với đế van, cố van và tay vặn bảo vệ màng và thân van khi có tác động từ máy nén.



Van màng kiểu nòng súng
minh họa chuyển động của bi làm sạch

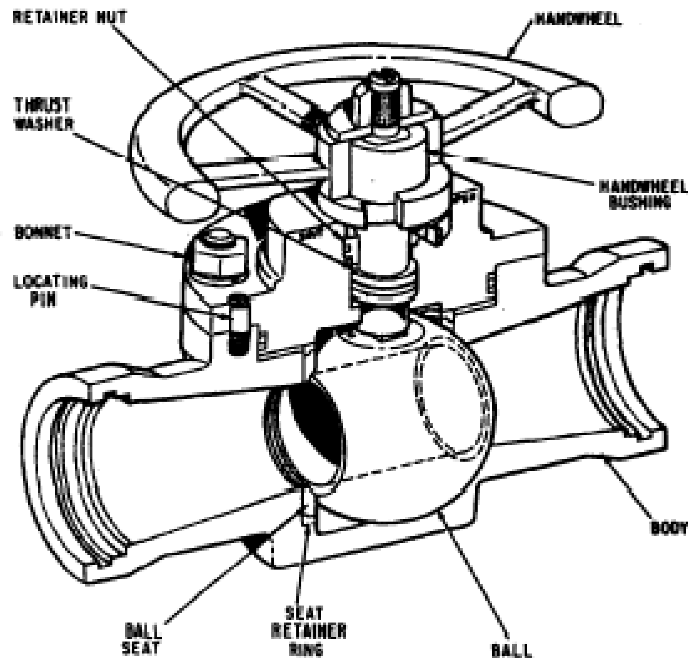


Phát họa van màng động mạch ở các vị trí mở và đóng

Áp suất tối đa mà van màng chịu được là khả năng chịu áp lực của vật liệu làm màng và nhiệt độ làm việc. Vì vậy, tuổi thọ thiết kế của van cũng bị ảnh hưởng bởi môi trường làm việc. Ngoài ra, áp lực thuỷ lực của hệ thống khi kiểm tra phải lớn hơn áp lực tối đa mà màng có thể chịu được.

Van màng dạng ống thường dùng trong công nghiệp bia rượu, nó cho phép sử dụng quả bóng hình cầu để chùi van cùng với hơi nước và dung dịch kiềm mà không cần phải tháo van ra khỏi đường ống.

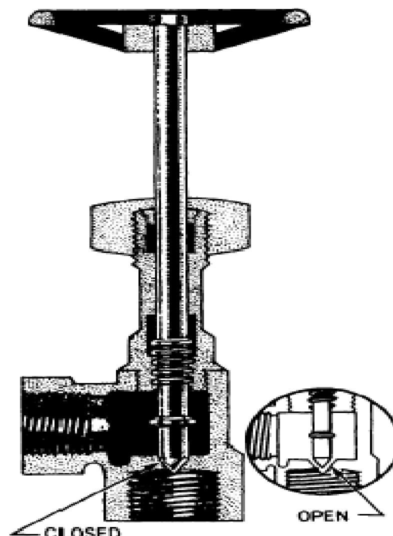
Van bi*:* Van bi là van xoay ¼ vòng, ứng dụng cho khí, khí nén, chất lỏng và vữa xây dựng. Việc sử dụng những vật liệu làm kín, mềm như là nylon, cao su tổng hợp, polime tạo ra khả năng là kín tuyệt vời từ -450 đến 500^0F



Vận hành van bi cũng giống như van hút, chúng không có mối ghép và tạo ra độ kín tố. Van bi tạo ra trở lực lý tưởng cho dòng chảy do có cửa và thân van rất trơn tru và đều đặn. Cho nên, van bi được sử dụng để đóng\mở hoàn toàn trong quá trình xuất nhập.

Những thành phần chính của van bi là thân van, nút hình cầu và đế. Van bi có thể được thiết kế ở 3 dạng: cửa van ống Venturi, cửa tròn, cửa giảm dần. Van cửa tròn có đường kính trong bằng đường kính trong của ống. Trong kiểu van cửa Venturi và cửa giảm dần, cửa van thường bé hơn đường ống.

Van kim (Needle valves): Van kim thường được dùng cho dụng cụ đo, đồng hồ, bộ chỉ báo và thiết bị đo âm. Van kim đạt được độ chính xác cao và vì vậy nó thường được dùng trong các ứng dụng có nhiệt độ cao và áp lực cao.



Trong cấu tạo van kim, điểm dưới của ty van là đầu kim. Kim được khớp một cách chính xác vào lòng van, và vì vậy đảm bảo hoàn toàn kín và tác động mở đóng nhẹ nhàng.

Van bướm: Van bướm là van thiết kế hiệu quả dùng áp lực thấp, thường được dùng để điều khiển và điều chỉnh lưu lượng. Đặc trưng của van bướm vận hành nhanh và tổn thất áp lực thấp. Van chỉ cần quay ¼ vòng từ vị trí đóng sang vị trí mở hoàn toàn.

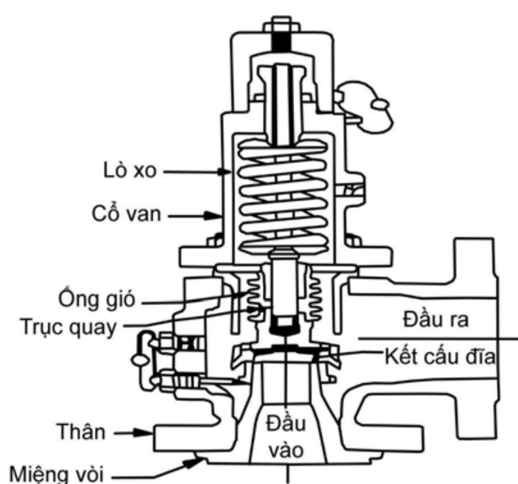
2.3 Van kiểm tra

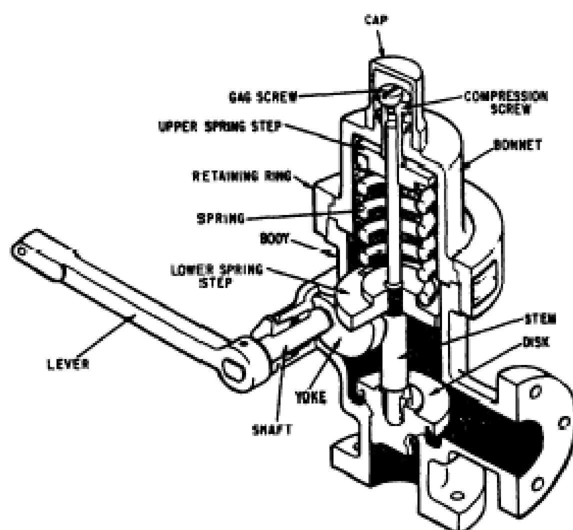
Van kiểm tra thường được dùng để ngăn dòng chảy ngược. Đó là dạng van có đĩa van tự tác động, mở cho dòng chảy và đóng rất nhanh khi có dòng chảy ngược lại. Các ứng dụng có bộ tác động bằng khí nén cò thể được dùng để đóng nhanh van khi có tác động ngược. Các loại van kiểm tra là: van kiểm tra kiểu chữ T, kiểu cái đu, van kiểm tra đỉa rèn, van chữ Y; trong đó van kiểm tra kiểu cái đu thường được sử dụng nhất.

2.4 Hệ thống xả áp

Van an toàn và van xả áp suất: Các van an toàn và van xả áp suất là các thiết bị tự động xả áp suất sử dụng bảo vệ quá áp trong đường ống và thiết bị. Van bảo vệ hệ thống bằng cách xả ra áp lực dư thừa. Ở áp suất bình thường, đĩa van được đóng vào đế van và cố định bởi một lò xo đã bị nén từ trước khi áp lực hệ thống tăng lên, áp lực tạo ra bởi chất lỏng và đĩa van tăng gần bằng áp lực lò xo. Khi mà các áp lực trên cân bằng, chất lỏng sẽ chảy ra qua cửa van ra ngoài.

Các van an toàn thường dùng cho khí vì đặc tính khi mở và đóng của nó thích hợp với đặc tính và sự nguy hiểm khi bị nén của chất khí.

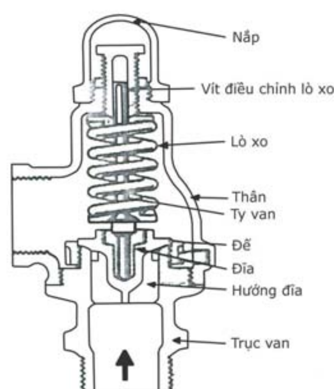




Van an toàn

Van xả áp thường dùng cho chất lỏng. Chức năng của các van này giống như van xả áp an toàn. Chí khác chất lỏng không giãn nở, nên không có lực này

phát sinh thêm tác động vào đĩa, vì vậy lúc này van giảm bằng áp lực hệ thống. Van sẽ đóng khi áp lực thấp dưới áp lực đặt sẵn.



Van xả áp mở khi áp lực đường ống lớn hơn áp lực đặt sẵn trên lò xo

Đĩa phá huỷ: Một dạng thiết bị xả áp đặc biệt là đĩa phá huỷ. Thiết kế thường là các mặt bích với các lỗ dập sâu bằng máy bín kín hệ thống để ngăn chặn nó trượt giữa các đĩa.

Đĩa được thiết kế để bị phá vỡ ở một áp lực định sẵn. Những thiết bị máy có những ưu điểm đặc biệt khi ta phải xả một lưu lượng lớn khí hoặc chất lỏng ra ngoài.

Đĩa phá huỷ cũng có thể được dùng với van an toàn dạng lò xo. Bằng cách sử dụng đĩa phá huỷ để xả áp suất ở áp suất vào khoảng 5-10% lớn hơn áp lực đặt của van an toàn, đĩa phá huỷ sẽ tác động nếu van an toàn xả áp không hoạt động tốt. Cũng vậy ở nơi mà không chấp nhận việc rò rỉ, đĩa phá huỷ cũng có thể được lắp đặt giữa van và bộ phận cần được bảo vệ.

Khi vượt quá áp suất thiết kế của đĩa phá huỷ, nó sẽ nổ và van xả áp sẽ mở ra khi áp suất vượt quá áp suất đạt.

Van cửa hoặc van xả có thể được lắp trước đĩa phá huỷ. Khi đã lắp đĩa phá huỷ, những van này được mở để đảm bảo rằng hệ thống được bảo vệ. Việc đóng các van này lại cần thiết để cắt dòng chảy khi bảo dưỡng hoặc thay đĩa sau khi đã thực hiện chức năng phá huỷ.

Áp lực thiết kế của đĩa phá huỷ không thể điều chỉnh được.

Các thiết bị bơm và van thường phải thõa mãn các uêu cầu như:

- Hoạt động ổn định
- Dễ điều khiển
- Hạn chế tối đa sự cố trong quá trình điều hành (ăn mòn,….)
- Phòng cháy chữa cháy… (hàng đầu) → dùng bơm ly tâm (bơm trục vít dễ phát sinh tia lửa điện)
- Hạn chế đặt van trên đường ống đẩy (đường ống ra)
- Bơm pittông không được sử dụng do không ổn định và dễ phát sinh tia lửa điện.

3. Dụng cụ đo

Trong các bể chứa dầu thô và các sản phẩm dầu mỏ, người ta thường sử dụng các dụng cụ đo để xác định:

- Các thông số hoá lý của sản phẩm như nhiệt độ, áp suất, ….
- Các thông số nói lên tính an toàn của sản phẩm trong tồn trữ như độ bay hơi, áp suất hơi bão hoà trên bề mặt, nhiệt độ của sản phẩm, …
- Các thông số liên quan đến vấn đề vận chuyển như lư lượng, khối lượng, mực chất lỏng, …
- Tất cả các thông số trên có nhiều hình thức hiển thị khác nhau tuỳ theo loại dụng cụ sử dụng: thang chia vạch (scale), dạng số (digital), lưu đồ (recorder) hay trên màn hình máy tính (monotor).
- Các tính chất bất biến như: độ chính xác, độ ổn định, …
- Các tính chất động như: độ nhạy, độ tin cậy, …

3.1 Thiết bị đo nhiệt độ

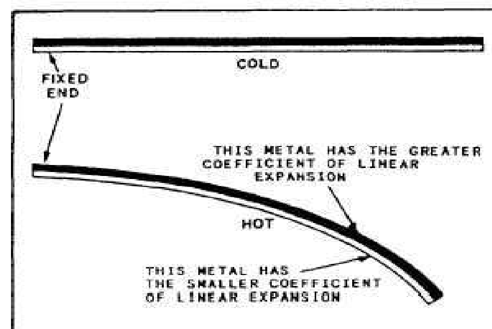
Chúng ta cũng biết rằng quá trình truyền nhiệt xảy ra 3 hình thức chủ yếu là đối lưu, dẫn nhiệt và bức xạ. Dựa trên những nguyên tắc truyền nhiệt trên mà người ta chế tạo các thiết bị đo nhiệt độ khác nhau.

Các dụng cụ đo trong công nghiệp nói chung: nhiệt kế thuỷ ngân, nhiệt kế lưỡng kim, nhiệt kế áp suất – lò xo, cặp nhiệt điện, nhiệt kế điện trở, nhiệt kế đo nhiệt độ cao. Trong hệ thống bồn bể của công nghiệp dầu khí, người ta thường sử dụng các loại nhiệt kế sau:

- Nhiệt kế lưỡng kim (bimetallic thermometer)
- Nhiệt kế áp suất – lò xo (pressure – spring thermometer)
- Cặp nhiệt điện (thermocouple)
- Nhiệt kế điện trở (resistance thermometer)

Nhiệt kế lưỡng kim

Cơ chế hoạt động của loại nhiệt kế lưỡng kim dựa trên nguyên tắc hai kim loại khác nhau sẽ có độ giãn nở nhiệt khác nhau.



Một số nguyên tố lưỡng kim được tạo ra bằng cách nung chảy cho hai thanh kim loại dính lại với nhau sau đó tạo thành một thanh hình xoắn ốc. Dưới tác dụng của nhiệt độ, hai thanh kim loịa giãn nở nhiệt khác nhau và làm cho thanh xoắn ốc co giãn. Chuyển động của thanh xoắn ốc này tác động lên kim chỉ thị trên mặt đồng hồ thông qua một thanh kim loại khác. Tóm lại, nguyên tắc hoạt động của loại nhiệt kế lưỡng kim là:

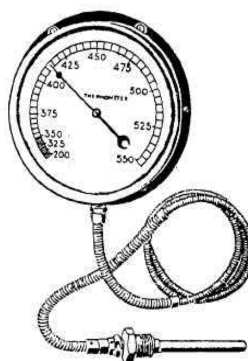
nhiệt độ → nguyên tố lưỡng kim co giãn → kim đồng hồ quay



Nhiệt kế lưỡng kim dùng để xác định nhiệt độ trong khoảng -150^{0}C đến 420^{0}C. Ở nhiệt độ cao hơn nữa thì kim loại có xu hướng giãn nở quá độ làm cho phép đo không còn chính xác nữa. Loại nhiệt kế này rất phổ biến trong các bồn bể chứa sản phẩm dầu mỏ.

Nhiệt kế áp suất – lò xo:

Ưu điểm của nhiệt kế này so với nhiệt kế lưỡng kim là vị trí đọc nhiệt độ có thể ở xa bồn mà không cần đọc tại chỗ như khi dùng nhiệt kế lưỡng kim. Khi đó người kỹ sư có thể ở trong phòng hay một vị trí thuận tiện để kiểm tra nhiệt độ của bồn.



Cấu tạo chính của loại này là một ống xoắn ruột gà (ống Bourdon) được nối với kim chỉ vạch. Ống này được nối với một bầu chứa chất lỏng (thường là thuỷ ngân) hay hỗn hợp lỏng – khí (thường là Nitơ). Dưới tác dụng của nhiệt độ thì áp suất trong bầu tăng lên do chất lỏng giãn nở hay áp suất hơi bão hoà tăng lên. Sự tăng áp suất này tác động lên ống xoắn ruột gà làm cho nó giãn ra làm chuyển động kim chỉ vạch. Tóm lại nguyên tắc hoạt động của loại nhiệt kế này là:

nhiệt độ → áp suất → ống ruột gà co giãn → kim đồng hồ quay → giá trị nhiệt độ

Cặp nhiệt điện:

Ưu điểm lớn nhất của cặp nhiệt độ là chuyển tín hiệu nhiệt độ sang tin hiệu điện, từ đó các kỹ sư có thể dễ dàng xử lý tín hiệu này trong dây chuyền tự động hoá ví dụ như dùng tín hiệu điện này điều khiển các thiết bị khác. Hơn nữa giá trị nhiệt độ đo được sẽ vô cùng chính xác vì tín hiệu điện có thể chuyển sang tín hiệu số để quan sát trên màn hình (không phụ thuộc tính chủ quan của người quan sát).

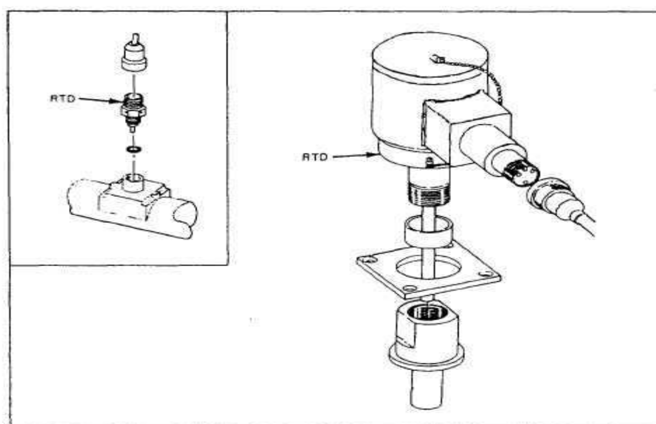
Cặp nhiệt điện bao gồm hai kim loại khác nhau nối với nahu ở hai đầu. Đầu tiếp xúc với môi trường cần đo nhiệt độ được nối dính với nhau, đầu cón lại được nối với milivôn kế. Như vậy cặp nhiệt điện sẽ có một đầu có nhiệt độ thay đổi: đầu dò và một đầu có nhiệt độ cố định: điện cực tham khảo. Khi nhiệt độ đầu dó không đổi thì hiệu điện thế hai đầu điện cực tham khảo cũng không đổi. Khi nhiệt độ đầu dò tăng thì hiệu điện thế điện cực tham khảo cũng tăng. Tín hiệu điện ghi nhận được chính là sự tăng hiệu điện thế. Trong milivôn kế có một nam châm vĩnh cửu rất nhạy với sự thay đổi của hiệu điện thế. Nam châm này làm quay cuộn dây nối với kim đồng hồ có thang chia nhiệt độ sẵn. Vì vậy, milivôn kế nối với cặp nhiệt điện không phải để đo trực tiếp nhiệt độ mà để đo sự thay đổi hiệu điện thế. Chính vì vậy hiệu điện thế thay đổi theo nhiệt độ nên chúng ta mới có thể xác định được nhiệt độ thông qua milivôn kế.

Cơ chế trên có thể tóm gọn như sau:

nhiệt độ → hiệu điện thế → milivôn kế → nhiệt độ đọc

Nhiệt kế điện trở:

Nhiệt kế điện trở cũng có nguyên tắc hoạt động gần giống với cặp nhiệt điện. Sự thay đổi hiệu điện thế cũng được dùng để xác định sự thay đổi nhiệt độ. Đầu dò của nhiệt kế là một điện trở gồm dây đồng, niken hay platin quấn quanh một vật cách điện như mica chẳng hạn. Điện trở đầu dò được mắc với 3 điện trở khác tạo thành cầu Wheatstone. Dòng điện qua điện trở cấp bởi pin. Khi nhiệt độ môi trường tăng thì điện trở tăng làm thay đổi hiệu điện thế hai đầu cầu Wheatstone. Sự thay đổi hiệu điện thế này được ghi nhận bởi milivôn kế tương tự như trong cặp nhiệt điện.



Quá trình trên có thể tóm tắt như sau:

nhiệt độ → điện trở → hiệu điện thế → milivôn kế →nhiệt độ đọc

3.2 Thiết bị đo áp suất

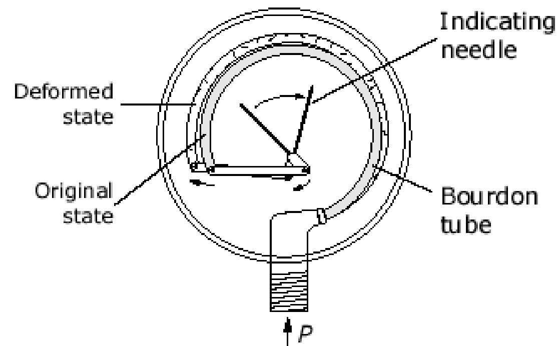
Áp suất trong bồn dung để kiểm tra độ an toàn của bồn khi chứa các sản phẩm khí hoá lỏng. Trong một số trường hợp áp suất còn để xác định lượng khí hoá lỏng trong bồn. Mặc dù các bồn đều có van xả áp nhưng việc theo dõi áp

suất bồn cũng góp phần đảm bảo công tác vận hành và bảo trì, phát hiện rò rỉ từ bồn chứa

Các thiết bị đo áp thường được sử dụng là:

Ống Bourdon:

Ống Bourdon là nhân tố nhận biết áp lực chung nhất. Đây là một ống kim loại dẹt bằng phẳng, được bịt kín đầu cuối cùng và được uốn cong thàng chữ C hay hình xoắn ốc, khi đó bên trong hay bên ngoài bề mặt của ống có những khu vực khác nhau. Sự không cân bằng lực gây ra bởi áp lực sẽ làm cho ống bị bung ra. Sự thay đổi này có thể đọc trực tiếp trên dụng cụ đo hay chuyển thành một tín hiệu điện hay khí nén tương xứng với áp lực. Cần phải bảo dưỡng để tránh sự ăn mòn và đọng cặn bên trong ống vì có thể ảnh hưởng tới đặc tính của nó. Trong bồn bể kín và bồn bể chứa khí hoá lỏng thường dùng loại áp kế ống xoắn Bourdon.



Màng ngăn (màng chắn):

Màng chắn được sử dụng rộng rãi như một thiết bị có độ chính xác cao. Nó bằng phẳng hoặc có nếp gấp dựa trên loại áp lực được điều chỉnh bằng tay và thích hợp trong việc đo áp lực một vài mmH_2O để hàng ngàn psi. Màng chắn được thiết kế để truyền lực hay giới hạn sự vận động. Chúng tốt hơn ống Bourdon bởi vì được chế tạo từ kim loại chống ăn mòn hay được phủ một lớp đàn hồi như Teflon.

3.3 Thiết bị đo mức chất lỏng

Với bồn chứa sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng thì người ta quan tâm đến mực chất lỏng. Khi xuất thì không xuất hết (trừ trường hợp vệ sinh bồn) và khi nhập thì không nhập đầy. Để đảm bảo điều này người vận hành cần phải biết chất lỏng dâng đến mực nào trong bồn. Các dụng cụ đo mực chất lỏng khá đa dạng, ví dụ như dạng đo trực tiếp:

- Phao nổi (float)
- Phao chiếm chỗ (displacer)
- Đầu tiếp xúc trực tiếp (contact)
- Đầu dò điện (electric probe)
- Ngoài ra còn có các loại dụng cụ đo mực chất lỏng gián tiếp như:
- Dụng cụ đo dùng áp suất thuỷ tĩnh (hydrostatic pressure)
- Dụng cụ đo dùng bức xạ (radioactive device)
- Dụng cụ đo sự thay đổi khối lượng (loss of weight device)

Phao nổi:

Phao nổi là loại dụng cụ kiểm soát mực chất lỏng thông dụng nhất. Phao nổi đơn giản nhất là loại phao nổi một vị trí (single – point float). Loại này gồm có một phao bằng nhựa nối với một cánh tay đòn. Cánh tay đòn này điều khiển van cấp liệu cho bồn ở trạng thái đóng hay mở. Ban đầu khi mực chất lỏng dưới mức cần thiết thì van ở trạng thái mở. Khi mực chất lỏng ở vị trí mong muốn, phao nổi ngang với mực chất lỏng cần bơm, tác động lên van thông qua cánh tay đòn làm đóng van lại. Phao nổi có thể gắn bên trong bồn hay gắn trong một bình bên ngoài thông với bồn. Một số loại phao nổi không dùng cánh tay đòn mà dùng khí nén để điều chỉnh van cấp liệu cho bồn. Điều này có lợi ở chỗ tăng độ nhạy cho van nhưng cũng chi phí thiết bị đáng kể (máy nén, đường ống dẫn khí).

Loại phao nổi di động hình bánh rán (doughnut shape) cho phép người vận hành theo dõi mực chất lỏng dâng kên trong bồn. Phao nổi này di chuyển dọc theo một ống nhúng chìm trong bồn. Phao này là một nam châm. Một nam châm khác đặt trong ống sẽ dâng theo khi phao dâng nhờ lực từ giữa hai thanh nam châm. Kim trên thang chia vạch được nối với nam châm trong ống bằng dây cáp. Như vậy chuyển động của nam châm làm kim di chuyển và từ đó đọc được giá trị mực chất lỏng.

Phao chiếm chỗ:

Nguyên tắc hoạt động của loại này dựa trên lực đẩy Acsimet. Ví dụ một cân khi chưa nhúng vào chất lỏng sẽ có trọng lượng 3kg. Như vậy lực tác dụng lên cân chỉ có trọng lực ứng với 3kg. Khi chìm trong chất lỏng cao khoảng 1m thì phao còn chịu thêm lực đẩy Acsimet ngược chiều với trọng lực. Khi đó lực tác dụng lên cân giảm đi và cân chỉ giá trị 2kg. Chất lỏng dâng càng cao thì lực Acsimet càng mạnh và giá trị khối lượng của phao trên cân càng giảm. Bằng cách quan sát khối lượng, người vận hành bồn có thể biết chất lỏng dâng đến mức nào.

Thực tế, người ta thường nối phao với một hệ thống khí nén. Sự thay đổi lực tác dụng lên van khí làm thay đổi áp suất khí. Quan sát sự thay đổi áp suất khí cho phép thay đổi mực chất lỏng dù là rất nhỏ. Vì thế độ nhạy của loại dụng cụ này khá cao. Với các bồn có chiều cao lớn thì người ta dùng nhiều phao nối tiếp nhau ở các vị trí nhất định. Chất lỏng dâng đến phao nào thì lực tác dụng lên toàn bộ chuỗi phao thay đổi đến đó. Lực này kích hoạt các thiết bị khí nén như đã nói ở trên và giúp ta ghi nhận được mực chất lỏng trong bồn.

Đầu tiếp xúc trực tiếp:

Phương pháp tiếp xúc chủ yếu được dùng cho bồn chứa các hạt rắn, tuy nhiên có thể dùng cho bồn chất lỏng. Về mặt nguyên tắc thì không có gì khác biệt khi thay đổi loại vật chất chứa trong bồn.

Với hạt rắn thì đầu tiếp xúc là một quả nặng còn với chất lỏng là một cái phao. Ở đây, chúng ta xét cho bồn bể chứa chất lỏng nên đầu tiếp xúc là phao. Đầu tiếp xúc được nối với đầu cảm biến nhờ một thanh kim loại. Nếu ban đầu chất lỏng ngập phao thì lực Acsimet sẽ tác dụng lên phao và cảm biến sẽ ghi nhận được lực này. Cảm biến sẽ truyền tín hiệu điều khiển motor quay kéo phao lên. Khi cảm biến ghi nhận được giá trị lực ứng với giá trị số thể hiện quãng

đường đi của phao. Hay nói cách khác là mức chất lỏng dâng lên trong bồn. Khi phao nổi thì cảm biến lại điều khiển bơm cấp liệu vào bồn cho đến khi chất lỏng ngập phao và quá trình trên lại tiếp tục diễn ra theo chu kỳ.

Ưu điểm lớn nhất của loại dụng cụ này là có thể tự động hoá hoàn toàn với độ chính xác cao. Người kỹ sư có thể lập trình cho hệ thống vận hành với nhiều yêu cậu khác nhau về mực chất lỏng. Dĩ nhiên chi phí cho hệ thống dụng cụ này khá cao do sử dụng các cảm biến đắt tiền.

Đầu dò điện:

Đầu dò độ dẫn điện, điện dung, sóng siêu âm là các loại đầu dò điện phổ biến dùng để đo mực chất lỏng trong bồn. Hầu hết các loại đầu dò này dùng để kiểm soát mực chất lỏng ở một vị trí xác định trước. Sau đây chúng ta xét nguyên tắc hoạt động của 3 loại đầu dò trên:

- Với chất lỏng dẫn điện thì đầu dò là một cực còn thành bồn là một cực. Khi chất lỏng ngập đầu dò thì có dòng điện giữa đầu dò và bồn. Môi trường truyền điện chính là chất lỏng. Dòng điện được ghi nhận nhờ cảm biến cho biết chất lỏng đã dâng đến mực quy định hay chưa. Bố trí đầy dò ở nhiều vị trí khác nhau sẽ cho biết mức chất lỏng ở nhiều vị trí khác nhau. Có thể gắn thêm các đèn báo mực chất lỏng hay chuông reo giúp cho quá trình vận hành dễ dàng hơn.
- Đầu dò điện dung được sử dụng với nguyên tắc gần giống với đầu dò dẫn điện. Tuy nhiên chất lỏng ở đây phải không dẫn điện hay nói cách khác là phải có tính điện môi khá tốt. Loại chất lỏng này có thể gặp ở các sản phẩm dầu mỏ tinh khiết như nhiên liệu phản lực chẳng hạn. Một đầu dò điện dung gồm các bản cực như trong một tụ điện. Khi mực chất lỏng dâng ngập tụ thì điện dung của tụ sẽ có một giá trị nhất định. Khi mực chất lỏng hạ xuống thì một phần các bản tụ sẽ hở ra. Khi đó chất điện môi là hơi bão hoà của chất lỏng. Như vậy điện dung của tụ sẽ thay đổi bao hiệu chất lỏng đã qua mức xác định trên thành bồn.
- Đầu dò sóng siêu âm về cơ bản bao gồm một đầu phát và một đầu thu gắn liền với nắp bồn. Giữa đầu phát và đầu thu có một chỗ hở. Đầu phát và đầu thu đều làm bằng vật liệu có cấu trúc là những tinh thể áp điện (piezo – electric crystal). Đầu dò sóng siêu âm được nối với bộ điều khiển bằng cáp điện. Bộ điều khiển trung tâm này sẽ phát tín hiệu điện đến đầu phát. Sau đó đầu phát bị kích thích và tạo ra sóng siêu âm. Tuy nhiên chỉ khi nào chất lỏng ngập đầy chỗ hở thì sóng siêu âm mới truyền được đến đầu nhận. Tại đầu nhận, tín hiệu sóng siêu âm lại được chuyển sang tín hiệu điện. Tín hiệu điện này được khuếch đại bằng các bộ phận trong bộ điều khiển trung tâm và kích hoạt một rơle điện. Rơle điện này có thể dùng để điều khiển bơm, van, … trong khi nhập hay xuất liệu.

Loại đầu dò này tuy có giá thành cao nhưng lại đặc biệt hiệu quả đối với chất lỏng có độ nhớt rất cao, các loại chất lỏng đặc quánh hay có độ nhớt thấp. Nguyên nhân là với chất lỏng có độ nhớt cao sẽ dễ bám dính lên các phao gây ra sai lệch cho các loại cảm biến phao.

Khi dùng đầu dò sóng siêu âm để xác định mực chất lỏng tại một vị trí xác định thì người ta sẽ đặt đầu dò tại mức thấp và một mức cao trong bồn. Nếu muốn xác định liên tục sự dâng lên của chất lỏng thì đầu dò sẽ được đặt ở nắp bồn. Ứng với mỗi mực chất lỏng khác nhau thì khoảng thời gian từ lúc đầu phát truyền tín hiệu sóng siêu âm cho đến khi đầu thu nhận tín hiệu phản hồi sẽ khác nhau. Ghi nhận lại thời gian này thì chúng ta biết được chất lỏng đã dâng đến đâu. Như vậy nguyên tắc này cũng giống như cách người ta đo độ sâu đáy biển.

Dụng cụ đo dùng áp suất thuỷ tĩnh:

Dụng cụ xác định mực chất lỏng dựa trên áp suất thuỷ tĩnh đơn giản nhất là đồng hồ đo áp gắn phía dưới đáy bồn. Bất kì một sự thay đổi mực chất lỏng nào cũng làm thay đổi áp suất thuỷ tĩnh và làm thay đổi giá trị của đồng hồ đo áp. Bằng cách chia thang đo đồng hồ theo đơn vị chiều dài sẽ giúp xác định mực chất lỏng trong bồn.

Với các sản phẩm dầu mỏ có tính ăn mòn lớn hay phải tồn trữ ở nhiệt độ cao thì không thể cho chất lỏng tiếp xúc trực tiếp với đồng hồ. Khi đó người ta sử dụng không khí để truyền tác động của lực thuỷ tĩnh lên ống ruột gà gắn trong đồng hồ. Có thể dùng các lưu chất khác nhưng tốt nhất là không dùng không khí vì giá thành rẻ và luôn có sẵn. Sau đây là một số dụng cụ có đồng hồ đo không tiếp xúc trực tiếp với chất lỏng chứa trong bồn:

- Bẫy hơi là một hộp nhỏ được nhúng chìm sâu trong bồn. Khi mực chất lỏng trong bồn dâng lên thì áp suất không khí trong bẫy sẽ tăng lên. Không khí thông với áp kế qua một ống kim loại. Quan sát áp kế hay chuyển thang đo áp sang thang đo chiều dài sẽ xác định được chiều cao mực chất lỏng.
- Màng ngăn cũng có nguyên tắc hoạt động tương tự bẫy hơi. Điểm khác nhau ở chỗ không khí được giữ trong hộp nhờ màng ngăn che ở đáy hộp. Màng này rất linh động và có độ co giãn cao. Khi mực chất lỏng trong bồn tăng thì áp suất thuỷ tĩnh tác động lên màng ngăn. Sau đó màng ngăn tác động lên không khí trong hệ kín làm giãn ống Bourdon trong đồng hồ. Quan sát thang chia có thể biết được mực chất lỏng.
- Phương pháp bong bóng khí không được sử dụng trong bồn bể chứa sản phẩm dầu khí do tạo bọt, khó quan sát và cũng không chính xác.
- Các phương pháp gián tiếp trên chỉ được dùng khi bồn hở, thông với khí trời. Với bồn chứa các sản phẩm khí hoá lỏng thì một phương pháp gián tiếp có thể sử dụng là áp kế đo chênh lệch áp suất. Đó là một ống chữ U có chứa thuỷ ngân. Một đầu ống thông với đáy bồn chứa chất lỏng, đầu còn lại thông với khoảng không gian chứa hơi bão hoà trên bồn. Áp suất thuỷ tĩnh do chất lỏng gây ra đè mức thuỷ ngân trong nhánh thông với chất lỏng xuống và làm mực thuỷ ngân bên đầu còn lại dâng lên. Chênh lệch mực thuỷ ngân cho ta biết chiều cao chất lỏng trong bồn chứa.

Dụng cụ đo dùng bức xạ:

Loại dụng cụ này có thể dùng để xác định mực chất lỏng tại một điểm hay theo dõi mực chất lỏng dâng lên một cách liên tục.

Phương pháp bức xạ được dùng khi sản phẩm có tính ăn mòn cao (phân đoạn dầu thô có hàm lượng H_2S lớn), hay nhiệt độ tồn trữ cao (bitum). Một số trường hợp không thể bố trí các loại dụng cụ đo khác thì có thể dùng các cảm biến bức xạ.

Với loại dụng cụ đo dùng bức xạ, người ta bố trí một bên bồn là các đầu phát ra bức xạ, một bên là đầu nhận tia bức xạ. Mực chất lỏng dâng lên che các đầu phát ra tia bức xạ. Cường độ bức xạ nhận được sẽ giảm dần. Tương ứng với sự thay đổi cường độ bức xạ của đầu nhận sẽ quy ra chiều cao mực chất lỏng.

Dụng cụ đo sự thay đổi khối lượng:

Loại dụng cụ này cơ bản là dùng cảm biến khối lượng (load cell) để ghi nhận lượng chất lỏng có trong bồn. Trong công nghiệp dầu khí, bồn bể rất lớn và nền móng cũng có những yêu cầu kỹ thuật nhất định. Vì vậy sẽ rất khó khăn trong việc bố trí các load cell. Ngoài ra khi các cảm biến này bị hư thì việc lấy lên thay cái mới không phải dễ. Do đó người ta rất hạn chế việc dùng các load cell.

Tuy nhiên loại dụng cụ này cũng có những ưu thế nhất định. Do đặc thù của sản phẩm dầu khí là dễ bay hơi và tuỳ theo nhiệt độ môi trường mà thể tích lượng chất lỏng có thể khác nhau. Vì vậy trong buôn bán, tồn trữ và đánh giá sản phẩm người ta đều dựa trên khối lượng. Khi đó sử dụng lại dụng cụ đo mực chất lỏng thông qua đo khối lượng sẽ rất có lợi. Bên cạnh việc kiểm soát được mức chất lỏng, chúng ta còn biết khối lượng xuất nhập là bao nhiêu

3.4 Các thiết bị hỗ trợ khác

Các thiết bị này giúp kiểm tra bồn, các thông số kỹ thuật của bồn. Các thử nghiệm này đều theo tiêu chuẩn API. Các thiết bị đo chiều cao của bồn, độ lún của nền, kiểm soát chu vi cũng như độ méo của bồn, bề dày của bồn qua quá trình tồn trữ, hệ thống đường ống nối vào bồn. Ngoài ra còn có các thiết bị đo tỷ trọng, đo nhiệt độ đầu, thiết bị đo hàm lượng cặn trong bồn (theo API và ASTM).

Song song đó cần thiết kế thêm cầu thang xoắn giúp kiểm tra các bộ phận trên đỉnh bồn như nắp bồn, hệ thống làm mát…

Cửa người (hole man):

Mỗi bồn chứa có 1-2 cửa người lắp đặt trên thành bồn, được chế tạo cùng loại vật liệu với thân bồn. Cửa người được thiết kế để thuận lợi thao tác vệ sinh, sửa chữa bồn cũng như quan sát mực chất lỏng trong bồn.

Đê chắn lửa:

Thường làm bằng đất hoặc bê tông, có bề dày và chiều cao đủ lớn để chứa hết chất lỏng có trong bồn nếu có sự cố

Trong trường hợp xảy ra sự cố (vỡ bồn, cháy, …) bức tường này sẽ ngăn chất lỏng lại đến khi nó được bơm sang bồn khác hoặc có biện pháp xử lý đồng

thời nó còn bảo vệ, cách ly các bồn chứa và các công trình cơ sở kế cận trong trường hợp xảy ra sự cố, cô lập đám cháy tránh lây sang các khu vực khác.

Hệ thống làm mát:

Trong quá trình tồn trữ, trong những điều kiện nhiệt độ môi trường cao quá nhiệt độ giới hạn cho phép làm cho nhiệt độ của bồn cũng như của sản phẩm tồn trữ tăng. Đây là nguyên nhân làm giảm độ bền của vật liệu chế tạo bồn cũng như việc gây thất thoát và cháy nổ nhất là đối với những sản phẩm. Do đó ta cần phải làm mát bồn bằng hệ thống ống nước uốn cong theo thân bồn phía tên nắp, dọc theo ống ta khoan nhiều lỗ tròn cách đều nhau để cho nước có thể làm mát toàn bộ bồn chứa.

Hệ thống chống tĩnh điện:

Do các sản phẩm dầu khí trong quá trình tồn trữ sẽ xuất hiện các phần tử tích điện, khi sự tích điện này đủ lớn sẽ gây ra hiện tượng phóng điện gây ra sự cháy nổ rất nguy hiểm. Để tránh hiện tượng phóng điện trong quá trình tồn trữ ta cần phải dùng biện pháp nối đất thiết bị bằng những cọc tiếp đất.

Thiết bị phát hiện rò rỉ:

Trong quá trình thi công các bồn đã được kiểm tra về khả năng rò rỉ và nếu đạt yêu cầu thì mới đi vào hoạt động. Tuy nhiên trong quá trình vận hành có thể phát sinh các vết nứt, lỗ rạn do va chạm cơ học hay do tác động ăn mòn của lưu chất chứa trong bồn. Khi đó lưu chất có thể rò rỉ ra ngoài gây thất thoát sản phẩm, ô nhiễm môi trường, dễ gây cháy nổ, giảm độ bền cơ của bồn. Với các sự cố rò rỉ lớn của chất lỏng hay chất khì thì có thể phát hiện dễ dàng bằng cách quan sát thường xuyên hay bằng đồng hồ đo áp. Với các vụ rò rỉ rất nhỏ khó phát hiện, để lâu ngày sẽ nguy hiểm thì người ta tiến hành kiểm tra định kì bằng các thiết bị chuyên dụng.

Hệ thống phòng cháy chữa cháy:

Lắp đặt các cột thu lôi trong khu vực bồn chứa để phòng sét, các cột thu lôi này phải đủ cao và bố trí điều trong khu vực. Sử dụng các thiết bị chuyên dùng trong thao tác tránh tích điện gây cháy nổ.

Lắp đặt hệ thống vòi tước trên các bồn, đảm bảo đủ nước tưới cho các bồn. Trên hệ thống ống này cấy thêm hệ thống ống dẫn bọt chữa cháy. Nếu có xảy ra sự cố thì bọt chữa cháy sẽ theo nước phun vào đám cháy cô lập đám cháy ngăn không cho tiếp xúc với không khí và dập tắt đám cháy.

Lắp đặt các cột nước chữa cháy ở những vị trí thích hợp sao cho có thể cùng lúc chữa cháy cho hai khu vực khác nhau. Nguồn nước phải đảm bảo cung cấp đủ cho nhu cầu. Cần phải duy trì áp lực cho các vòi phun nước chữa lửa để đảm bảo an toàn cho nhân viên chữa cháy.

Trên thành đê chắn lửa(firewall) bố trí các vòi phun bọt chữa cháy khi cần thiết. Các hệ thông phun nước và bọt chữa cháy có thể hoạt động tự động khi có sự cố hoặc bán tự động.

Lắp đặt hệ thống vòi nước trên mỗi bồn chứa đủ dể tưới nước cho toàn bộ vùng chứa bằng 5 vòi phung với tốc độ 0,04 lmp gal/min/ft^2 bề mặt bồn. Các vòi nước máy phải được lắp đặt tại những vị trí thích hợp sau cho nó có thể cung cấp nước chữa cháy cho ít nhất hai vị trí khi có sự cố.

Nguồn nước phải đủ cung cấp ít nhất trong 4 giờ (kể cả lượng nước dùng tưới cho bồn). Áp suất của vòi chữa cháy phải lớn hơn hoặc bằng 8kg/cm^2.

Phải ít nhất một hệ thống tưới nước di động, dùng để tưới bảo vệ cho người đóng các van gần nơi đang cháy. Van giảm áp lắp đặt trên mỗi bồn phải được nối trực tiếp vào phần hơi bên trong bồn bằng ống thông hơi thẳng đứng cao ít nhất 2m.

Phải có thêm các bình chữa cháy bằng hóa học thích hợp. Vị trí đặt các bình này phải gần những nơi dễ xảy cháy nổ. Với kho tồn trữ cứ 100m^2 phải có một bình chữa cháy. Với những hệ thống phân phối phải có một hoặc hai bình tại bồn chứa

Phần 2

KỸ THUẬT ĐƯỜNG ỐNG

Chương 5

THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG

1. Tổng quan

Mục tiêu chính của thiết kế là thu thập số liệu, hình thành các ý tưởng chính, lựa chọn phương pháp thích hợp, cung cấp cơ sở thông tin để thực hiện thiết kế chi tiết.

Các quá trình thiết kế cho các đường ống đất liền và ngoài biển tương tự nhau về phương pháp tiếp cận ở vài phương diện, ví dụ như lựa chọn vật liệu, thiết kế thuỷ lực … nhưng lại hoàn toàn khác nhau ở các khía cạnh khác, ví dụ như lựa chọn tuyến ống, lựa chọn độ dày ống…

Đường ống ngoài biển và trên đất liền có cùng mục tiêu về mặt an toàn, thoả mãn mục đích của hệ thống đường ống. Tuy nhiên, về mặt dịch vụ và loại cấp liệu thì chúng hoàn toàn khác nhau, ngoài ra các điều kiện môi trường, nguyên nhân hư hỏng, phương pháp thi công lắp đặt cũng khác nhau.

Các giai đoạn trong quá trình thiết kế khái niệm thường có ảnh hưởng lẫn nhau, do đó quá trình thiết kế hệ thống đường ống luôn là quá trình lặp. Hiệu quả của quá trình thiết kế khái niệm phụ thuộc chủ yếu vào độ chính xác của các số liệu ban đầu.

Các dự án đường ống được thiết kế theo ba giai đoạn:

1.1 Thiết kế sơ bộ ban đầu

Có thể dùng phương pháp “Broad brush” để xem xét tất cả các khả năng có thể đánh giá dự án về mặt kinh tế. Nên tiếp cận vấn đề một cách dè dặt, vừa phải. Trong giai đoạn này không cần thiết tiến hành các nghiên cứu sâu trừ khi đánh giá được rằng dự án có giá trị và độ nhạy cảm của nó thay đổi.

1.2 Thiết kế khái niệm

Từ kế hoạch được đề nghị trong thiết kế sơ bộ, trong giai đoạn thiết kế khái niệm người ta thực hiện những thiết kế được đánh giá là có lợi hơn. Ở giai đoạn này phải thực hiện những nghiên cứu sâu để đánh giá phương pháp thiết kế tối ưu dùng trong giai đoạn thiết kế chi tiết. Thiết kế khái niệm nên chọn ra kế hoạch thích hợp để thực hiện tiếp tục dự án trong giai đoạn thiết kế cơ sở (chi tiết).

1.3 Thiết kế cơ sở

Trong giai đoạn thiết kế cơ sở, định nghĩa cuối cùng của đường ống được quyết định. Quá trình tối ưu hoá kế hoạch thích hợp được thực hiện trong giai đoạn thiết kế khái niệm. Giai đoạn thiết kế cơ sở gồm việc xem xét các kế hoạch khác nhau trong số các kế hoạch có tính khả thi được đưa ra từ giai đoạn thiết kế sơ bộ. Mỗi phương án thiết kế được xem xét và đánh giá qua quá trình thiết kế để so sánh các khả năng và lựa chọn thiết kế khả dĩ nhất cho giai đoạn thiết chi

tiết. Ngoài những tính toán tối ưu hoá thiết kế, giai đoạn thiết kế cơ sở được thực hiện nhằm:

- Lựa chọn thiết kế tối ưu và các qui luật vận hành tiếp tục phát triển dự án.
- Hướng dẫn quá trình thu nhập dữ liệu để hoàn thiện chất lượng của công nghệ một cách chi tiết.
- Tiến hành các nghiên cứu thực hiện các phương pháp công nghệ mới được đề nghị đưa vào trong dự án.
- Hướng dẫn các công việc lập lịch trình và chi phí thực tế cho giai đoạn thực hiện dự án.
- Chuẩn bị các tiêu chuẩn kỹ thuật để thực hiện thiết kế chi tiết.
- Bắt đầu tiến hành các giao dịch và tư vấn với đối tác thứ ba của dự án.
- Ngoài ra, các mức độ trách nhiệm đối với các giai đoạn khác nhau phải được làm rõ một cách cụ thể. Trách nhiệm đối với giai đoạn thiết kế sơ bộ là phải xác lập được tính khả thi về mặt kinh tế.
- Trách nhiệm của giai đoạn thiết kế khái niệm phức tạp hơn và liên qua đến tính khả thi về mặt kỹ thuật, tối ưu hoá về mặt kỹ thuật và kinh tế tổng thể. Trong giai đoạn thiết kế chi tiết trách nhiệm là độ an toàn về mặt kinh tế

2. Thiết kế khái niệm cho đường ống

Do tính chất lặp của qúa trình thiết kế khái niệm, nhiều mục trong quá trình thiết kế được thực hiện đồng thời.

2.1 Thiết lập chuẩn thiết kế

Người thiết kế phải lập dạng của cơ sở dữ liệu cho thiết kế, các tiêu chuẩn cho thiết được chấp nhận trong suốt quá trình thiết kế khái niệm. Cơ sở dữ liệu nên bao gồm các thông tin liên quan đến:

- Các yêu cầu về luật hoặc yêu cầu của quốc gia bất kỳ nào khác.
- Các điều luật (regulations), qui tắc (code), và các tiêu chuẩn (standard).
- Các yêu cầu vận hành.
- Dữ liệu về sản phẩm, dữ liệu về qui trình và các thông tin cùng loại .
- Dữ liệu môi trường (tuyến ống trên đất liền): tốc độ và hướng gió cơ khí phân tán chất (thiết bị đốt lò), các mức độ về lưu lượng mưa, độ sâu mực nước hệ thống bảo vệ ăn mòn ngầm, biến thiên nhiệt độ…
- Dữ liệu môi trường (tuyến ống ngoài biển): các đặc tính về độ mạnh, hướng và chu kỳ của gió, sóng, dòng chảy.
- Các chi tiết khảo sát về tuyến ống.
- Dữ liệu đất/đáy biển dọc theo tuyến ống dự kiến.
- Các yêu cầu của phía thứ ba tại chỗ cắt nhau, địa điểm các di tích lịch sử hoặc có tính quan trong về mặt môi trường, trung tâm dân cư…
- Hướng phát triển khu vực, lấy từ kế hoạch phát triển dự án.
- Dữ kiện về giàn/trạm.

Tài liệu này nên được phê duyệt bởi người quản lý dự án và phải cập nhật thường xuyên và liên tục khi có thay đổi. Vai trò của tài liệu này rất quan trọng vì nó hình thành nên tảng cho quá trình thiết kế. Ở giai đoạn thiết kế khái niệm không cần thiết phải bảo mật những dữ liệu dùng cho thiết kế chi tiết, tuy rằng bảo mật một vài loại thông tin có thể hữu ích.

2.2 Lựa chọn tuyến ống

Các yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn tuyến ống có thể xem xét theo hai lãnh vực tổng quát sau:

- Yêu cầu của bản thân hệ thống sử dụng đường ống.
- Ảnh hưởng từ bên ngoài bởi phía thứ ba.

Tuy rằng việc tập trung vào các yêu cầu của quá trình là quan trọng, nhưng cũng không nên xem nhẹ ảnh hưởng của các yêu tố bên ngoài.

Sự quan trọng của việc sử dụng tư vấn và xem nhẹ phía thứ ba không thể nhấn mạnh thái quá. Việc thiếu quan tâm đến các vấn đề của phía thứ ba có thể dẫn đến việc phải thiết kế lại cả kế hoạch. Ví dụ, với đường ống đất liền, vị trí của trạm máy nén chiến lược không thể thi công được chẳng hạn, khi đó toàn bộ dự án trở nên không khả thi về mặt kinh tế.

Thiết kế khái niệm nên giải quyết tương quan của tất cả các phương diện xã hội, chính trị, môi trường và phía thứ ba bằng cách khảo sát hỗ trợ toàn bộ tất cả các tuyến có thể. Các khảo sát bao gồm nghiên cứu độ gần nhau đối với tuyến ống đất liền.

Ý nghĩa của nghiên cứu độ gần nhau trong thiết kế khái niệm của đường ống đất liền là chỉ ra các vị trí mà đường ống có thể gây ra nguy hại cho đời sống cư dân hoặc động thực vật nơi bản địa. Ở các vị trí như vậy cần lưu ý nhiều hơn đến việc giảm rủi ro cũng như ảnh hưởng của bất kỳ sự cố nào đến đường ống.

Giai đoạn thiết kế khái niệm này thường được thực hiện trong quá trình xác định của dự án và nên loại bỏ tất cả các tuyến ống "không nghiêm túc" mà không được xem xét đầy đủ.

Một cách điển hình, thiết kế khái niệm nên bao gồm:

- Thiết lập các hành lang tuyến ống có thể.
- Thiết lập các phương pháp xây lắp cho mỗi hành lang.
- Thiết lập các vấn đề ảnh hưởng của môi trường xã hội, chính trị, phía thứ ba một cách đầy đủ.
- Đánh giá về mặt kỹ thuật của hành lang.
- Thiết lập hành lang tốt nhất trong các hành lang đã xem xét.

Sự xem xét thái quá tầm quan trọng của ảnh hưởng từ các vấn đề xã hội, chính trị, môi trường, phía thứ ba trong giai đoạn này có thể tạo ra ảnh hưởng nghiêm trọng đến việc thực hiện dự án. Điều quan trọng là vấn đề này được giải quyết một cách tổng thể và tất cả các vấn đề phải có được sự chấp thuận và cho phép. Thực hiện công việc này cần phải thận trọng và nên thực hiện sao cho không gây ra quá nhiều sự quan tâm của cộng đồng dân cư đối với những tuyến ống không thích hợp, điều này có thể gây hại cho dự án về mặt chính trị.

Lựa chọn tuyến ống đất liền khác nhau đáng kể so với đường ống ngoài khơi nhưng nhìn chung chúng cũng tương tự nhau một số đặc điểm kể trên. Sự khác nhau cụ thể của chúng được bàn luận ở phần tiếp theo.

Đường ống đất liền

Chọn tuyến ống đất liền là một quá trình lặp dựa trên sự xác lập một cách tuần tự ràng buộc. Những chỉ dẫn của chính quyền địa phương, qui tắc và tiêu chuẩn là yêu cầu tối thiểu, ngoại trừ các điều khoản liên quan đến vấn đề an toàn cho cộng đồng đối với tuyến ống dẫn khí. Các quá trình đánh giá môi trường làm lợi cho quá trình lựa chọn tuyến ống bằng cách xác định rõ từ đầu có ảnh hưởng như vậy. Các so sánh về chi phí khi chuyển hướng tuyến ống để tránh các khu vực ràng buộc có thể trợ giúp cho quá trình thiết kế nhưng điều này chỉ có giá trị khi sự liên hệ tổng thể của cả tuyến ống và môi trường dọc theo từng tuyến ống được so sánh trên cơ sở tương đương nhau. Việc cho phép chủ đất tác động đến việc lựa chọn sắp xếp chi tiết và việc lựa chọn lại tuyến ống chính để tránh những người phản đối chỉ có tính khả thi khi mà diện tích đất có liên quan là tối thiểu.

Đường ống ngoài khơi

Tuyến ống an toàn ngắn nhất được lựa chọn phù hợp với địa hình đáy biển và các yêu cầu để tránh các khu vực đáy biển không ổn định, những điểm không có thông tin rõ ràng, chỗ đắm tàu, lưu ý các vùng hạn chế thả neo, ngư trường đánh cá, biên giới quốc gia và vùng, các kế hoạch phát triển trong tương lai.

Các vấn đề liên quan đến việc lắp đặt các đường ống gần với giàn, giếng khoan dưới đáy biển, các đường ống có sẵn thì cần được quan tâm đặc biệt và ảnh hưởng không những đến các tuyến ống mới mà còn ảnh hưởng đến sự lựa chọn phương pháp thi công lắp đặt. Độ sâu có thể cũng là một ràng buộc quan trọng và đòi hỏi phải phát triển giải pháp kỹ thuật mới khi lắp đặt đường ống, lắp thêm ống nhánh hay sửa chữa .

Việc lựa chọn vị trí tiếp bờ và cắt bờ biển đòi hỏi phải được khảo sát toàn diện và bị ảnh hưởng bởi vị trí của trạm và các thiết bị xử lý. Điều này có thể dễ bị ảnh hưởng bởi môi trường do vậy cần phải được đánh giá ngay từ giai đoạn đầu. Tại nơi tiếp bờ đường ống sẽ chịu ảnh hưởng phức tạp của dòng chảy đáy biển kết hợp với thủy triều, sóng khúc xạ, sóng vỡ và các dòng chảy ven bờ. Đặc điểm vật lý như bề mặt vách đá, đụn cát… có thể phải được xem xét và mọi giải pháp được đề xuất có tính khó thực hiện hoặc mới cần phải được đánh giá.

2.3 Trạm bơm và chi phí

Thiết kế khái niệm đường ống đòi hỏi sự cân bằng của các yêu cầu mâu thuẫn nhau về mặt kinh tế. Trong trường hợp đặc biệt, sự tương tác giữa năng suất, đường kính, áp suất, thiết kế bơm và khoảng cách bơm cần phải được xem xét cẩn thận. Điều này phức tạp hơn khi xem xét chi phí tổng theo hai loại chi phí: chi phí đầu tư và chi phí vận hành.

Các phương pháp để tính toán doanh thu hòa vốn (thường tỷ lệ với năng suất) cần phải được tham khảo thêm ở các tài liệu khác. Tuy nhiên mức độ ảnh hưởng của chi phí đến thiết kế cần phải được làm rõ.

Chi phí đầu tư bao gồm chi phí sản xuất ống, phủ ống, vận chuyển ống, đào rãnh (trên đất liền), đặt ống, làm rãnh (ngoài khơi), các chi phí này tăng khi đường kính tăng.

Khi áp suất mỏ thấp hoặc đường ống dài có thể cần đến hệ thống bơm. Khi đó chi phí đầu tư bao gồm bơm, động cơ, nhà xưởng, đường giao thông, giàn đỡ (ngoài khơi) và các thiết bị phụ trợ khác. Có thể thấy rằng, càng ít trạm bơm hoặc bơm có công suất càng nhỏ thi đường kính ống tương ứng phải càng lớn, hoặc ngược lại, chi phí loại này sẽ tăng khi đường kính ống giảm.

Chi phí vận hành bao gồm kiểm tra tuyến ống (thay đổi ít nhiều tuỳ theo kích thước ống), bảo trì bơm, chi phí nhân công vận hành và nhiên liệu. Các yếu tố khác cũng cần được xem xét bao gồm chi phí dừng hệ thống và bảo trì. Năng suất đường ống nên được xem xét với một trong các bơm không hoạt động mặc dù điều này có thể được xử lý bằng cách sử dụng nhiều bơm hơn mắc song song hoặc nối tiếp tại các trạm bơm. Phân tích độ tin cậy tổng thể phải được thực hiện nếu chi phí chi tiết là yếu tố quan trọng.

2.4 Lựa chọn kích thước ống

Các yếu tố cần được xem xét trong lựa chọn kích thước tuyến ống là:

- Năng suất thiết kế.
- Năng suất ngẫu nhiên.
- Vận tốc sản phẩm.
- Tuổi thọ làm việc của áp suất giếng.
- Sự tối ưu hoá các yếu tố đường kính, áp suất, bề dày ống.

Các yêu cầu về thuỷ lực dòng chảy và tồn trữ của sản phẩm sẽ được sử dụng trong việc đánh giá sơ bộ đường ống kính.

2.5 Lựa chọn vật liệu

Sự rò rỉ từ các đường ống là điều không thể chấp nhận cả về yếu tố thương mại lẫn yếu tố an toàn và ô nhiễm môi trường. Điều này dẫn đến việc vận chuyển các lưu chất như vậy đòi hỏi hệ thống đường ống phải có sự đồng bộ cao nhất, có khả năng chịu được áp suất thích hợp mà không có nguy cơ hư hỏng.

Để trợ giúp người thiết kế trong quá trình lựa chọn vật liệu, các tiêu chuẩn công nghiệp đã được tạo ra theo phân loại vật liệu và quá trình sản xuất để đáp ứng các yêu cầu phẩm chất hoạt động, các mức độ chấp nhận được, độ bền, kiểm soát dung sai và kích thước… Ngoài ra, hàng loạt các tiêu chuẩn kỹ thuật công nghệ cũng được hỗ trợ nhằm phát triển và hoàn thiện các tiêu chuẩn công nghiệp để thoả mãn các yêu cầu cụ thể trong công nghiệp dầu khí. Các tiêu chuẩn kỹ thuật công nghệ xác định các yêu cầu kỹ thuật cho quá trình thiết kế, mua bán, và lắp đặt các thiết bị phụ tùng đường ống khác nhau.

Các yêu cầu về hiệu quả cần phải được lựa chọn đối với vật liệu và phương pháp hàn. Sự hiểu biết thấu đáo về ảnh hưởng của các tiêu chuẩn thiết kế đối với hệ thống đường ống cuối cùng là rất cần thiết. Từ đây, các tính chất cơ học và

hoá học, dung sai kích thước có thể được xác lập. Các yêu cầu đặc biệt đối với hệ thống như khả năng chống ăn mòn và các yêu cầu về lắp đặt, xây lắp cũng ảnh hưởng liên đới đến quá trình thiết kế khái niệm.

Thường ống được chế tạo bằng thép, tuy nhiên việc sự lựa chọn bị hạn chế do các chủng loại thép được sử dụng để thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật. Sự lựa chọn thép thông thường có xu hướng chọn sản phẩm có chỉ tiêu kỹ thuật cao hơn vì lý do kinh tế.

Khi cần phải hoàn thiện hơn các đặc tính kỹ thuật của ống thép carbon. Có thể sử dụng thép không rỉ, ống có bọc ngoài hoặc lót bên trong. Các vật liệu đặc biệt như vậy hiện nay giá thành còn khá cao so với thép carbon, tuy nhiên khi kỹ thuật sản xuất trở nên tiên tiến hơn thì giá thành của chúng có thể giảm.

Các vật liệu phi kim loại và composite đã được sản suất cho công nghiệp dầu khí ở dạng các ống dẻo và các ống có lót nhiều lớp polymer. Việc sử dụng các ống được làm hoàn toàn từ vật liệu polymer đã rất phổ biến đối với các hệ phân phối khí áp suất thấp. Vật liệu polymer được xem là vật liệu hàng đầu cho việc vận chuyển khí khi rủi ro bị phá hoại từ phía thứ ba không lớn.

2.6 Lựa chọn bề dày ống

Các tiêu chuẩn thiết kế của các quốc gia khác nhau đưa ra các tiêu chuẩn kỹ thuật khác nhau cho việc lựa chọn bề dày ống vận hành có áp suất. Khi lựa chọn các loại ống sử dụng cho các nhu cầu đặc biệt, cần phải quan tâm đến hiện tượng tăng áp đột ngột, đặc biệt trong trường hợp trong hệ thống không có thiết bị xử lý hiện tượng này.

Các yếu tố ảnh hưởng đến bề dày ống:

- Ap suất thiết kế
- Nhiệt độ thiết kế
- Ăn mòn
- Phương pháp lắp đặt
- Địa hình đáy biển
- Độ ổn định
- Tuổi thọ thiết kế của hệ thống đường ống

Các điều kiện vận hành về áp suất cũng có tác động đến việc chọn ứng suất bền của vật liệu theo yêu cầu bề dày ống.

Có sự khác nhau về mặt sử dụng đường ống đất liền do công tác sửa chữa dễ dàng hơn và ít tốn kém hơn so với môi trường ngoài khơi. Ở môi trường ngoài khơi, xu hướng chung là thực hiện các tính toán thận trọng đối với các yêu cầu cho bề dày ống. Tuy nhiên cũng phải cẩn thận trong trường hợp đường ống đất liền khi lựa chọn tuyến ống và nghiên cứa độ gần nhau tại các vị trí đặc biệt. Ví dụ cho trường hợp này là bề dày ống tại trung tâm dân cư và trên các nông trại phải có khả năng chịu được các va chạm cơ học với các thiết bị đào đất.

Nếu ống có đường kính lớn thì quá trình thiết kế ống cần phải xem xét cẩn thận các ngoại lực tác động lên ống, cũng như kiểm soát cẩn thận quá trình lấp ống. Điều này đặc biệt quan trọng đối với ống mỏng chịu áp suất của đất mà không bị ảnh hưởng về độ tròn và tính toàn vẹn của cấu trúc. Các ống thép có tỷ lệ đường kính/bề dày vượt quá 96 phải được kiểm soát cẩn thận.

Việc áp dụng bề dày cho phép ăn mòn có thể được tính đến nếu có sự hiện diện các chất ăn mòn cùng với nước:

- CO_2 ăn mòn ngọt
- H_2S ăn mòn chua
- O_2 ăn mòn oxi hoá bằng oxi

Mức độ ăn mòn được kiểm soát bởi các biến cố vật lý sau:

- Nhiệt độ
- Áp suất
- Độ dẫn
- pH
- Nồng độ chất ăn mòn
- Tốc độ dòng chảy

Ngoài ra độ ăn mòn chịu tác động phụ như:

- Trình độ cán thép
- Các loại ứng suất (cố định và chu kỳ)
- Quá trình xử lý nhiệt
- Liên kết của các kim loại

Các ống bị ăn mòn tốc độ thấp có thể được xử lý bằng bề dày bổ sung cho phép ăn mòn. Trường hợp ăn mòn tốc độ cao hơn có thể được xử lý bằng cách sử dụng các chất ức chế ăn mòn hoặc sử dụng vật liệu thay thế thích hợp. Chất ức chế ăn mòn không thể đạt hiệu suất bảo vệ 100%, do vậy người thiết kế phải lưu ý đến điều này khi dùng chúng để khống chế hiện tượng ăn mòn. Tương tác liên kết giữa sản phẩm và chất ức chế ăn mòn phải được giải quết một cách riêng rẽ. Trường hợp có hoặc không có sử dụng chất ức chế ăn mòn thì tổng các bề dày ăn mòn cho phép không được vượt quá 6mm vì ăn mòn thông thường không thể có giá trị cao như vậy.

Trong quá trình đặt ống thì ống có thể chịu các ứng suất uốn trong quá trình thao tác cũng như khi ống tiếp xúc với bề mặt đáy của rãnh. Ống cần phải có bề dày để chống lại các ứng suất uốn này và hiện tượng oằn ống.

2.7 Lựa chọn lớp phủ chống ăn mòn

Đường ống có thể bị ăn mòn từ bên trong do lưu chất sản phẩm hoặc nước bám vào hoặc từ bên ngoài do tác động ăn mòn mạnh của các điều kiện ăn mòn từ đất hoặc nước biển.

Các hệ thống lớp phủ đường ống thường được sử dụng là:

- Các lớp phủ bằng nhựa đường được tăng cường cơ tính bằng sợi thủy tinh hoặc nhựa than đá.
- Polyenthylene (PE)
- Các lớp phủ epoxy liên kết bằng phương pháp nóng chảy (FBE)

2.8 Lựa chọn lớp cách nhiệt

Trong quá trình thiết kế khái niệm nên xem xét đến các yêu cầu về cách nhiệt cho ống nếu có. Lớp cách nhiệt cho ống nhằm giảm lượng nhiệt thất thoát dọc theo chiều dài ống có thể được yêu cầu cho một số trường hợp dưới đây:

Lắng tách wax (paraffin):

Các vấn đề về độ nhớt cao có thể xảy ra do nguồn gốc dầu thô khai thác tại các vùng khác nhau có thể chứa tỷ lệ lớn wax (paraffin), có khi lớn hơn 5% khối lượng. Ở nhiệt độ thấp (thấp hơn điểm vẩn đục–cloud point) có thể xảy ra hiện tượng hình thành các tinh thể wax lắng đọng trên thành ống làm giảm hiệu suất vận chuyển hoặc có thể làm tắc nghẽn đường ống. Các kết tủa wax có thể được xử lý bằng các phương pháp liên tục như bơm hóa chất, duy trì nhiệt độ hoặc thông thường nhất là dùng thoi cạo đường ống (pig). Các kỹ thuật gián đoạn (off-line) khác có thể được sử dụng như ngâm rửa đường ống bằng xylene hoặc thổi sạch ống bằng khí nhưng các biện pháp này cũng có nhược điểm lớn là thất thoát sản phẩm trong quá trình ngưng hoạt động nhà máy khi các thiết bị can thiệp, và độ tin cậy của các thiết bị như vậy không bảo đảm.

Sự hình thành hydrate:

Sự hình thành hydrate trong khí có thể bị ức chế bằng cách duy trì nhiệt độ trong ống cao hơn nhiệt độ hình thành hydrate cũng như bằng cách bơm methanol hoặc glycol. Việc vận chuyển các hóa chất này đến đầu vào của đường ống sẽ đòi hỏi: sử dụng các bồn chứa hoặc các hệ đường ống bổ sung và thường đòi hỏi phải có thiết bị tách ở cuối đường ống hoặc các thiết bị xử lý.

Lựa chọn lớp cách nhiệt:

Một số loại dầu thô có độ nhớt rất cao ở nhiệt độ đường ống thông thường và đôi khi nếu có nước lẫn vào thì có thể hình thành nhũ tương có độ nhớt cao. Có ba biện pháp có thể xem xét lựa chọn một cách riêng rẽ hay kết hợp với nhau dưới đây:

Tăng đường kính ống, mặc dù điều này có thể tiềm tàng nguy cơ ăn mòn hoặc các vấn đề đóng cặn trên đường ống khi vận hành do tốc độ dòng chảy bị giảm.

Bơm thêm hóa chất làm tăng khả năng vận chuyển hoặc hóa chất phá hệ nhũ tương. Các hóa chất này thường đắt có thể đòi hỏi việc lắp đặt thêm các đường ống hoạt động phụ trợ hoặc các lõi trung tâm đặc biệt khi khai thác dưới đáy biển.

Duy trì nhiệt độ dòng chảy bằng cách sử dụng lớp cách nhiệt và các thiết bị gia nhiệt dầu hoặc thiết bị bù nhiệt. Chôn ống cũng là một biện pháp quan trọng làm tăng khả năng cách nhiệt mặc dù đối với đường ống ngoài khơi phương pháp này có thể khó thực hiện hoặc đòi hỏi chi phí cao.

Tiêu chuẩn kỹ thuật khi giao nhận

Để đáp ứng các yêu cầu nguyên liệu đầu vào cho các thiết bị chế biến cuối đường ống, thường lưu chất phải thỏa mãn thông số tối thiểu nào đó về áp suất nhiệt độ. Trong trường hợp không thể đáp ứng nhiệt độ và áp suất yêu cầu có thể dùng các biện pháp xử lý như lắp đặt thêm thiết bị gia nhiệt và các thiết bị tách bổ sung hoặc có thể cách nhiệt đường ống.

2.9 Vòng bù dãn nở

Trước khi bắt đầu thiết kế có một số thông số cần phải được đánh giá và phân tích độ nhạy.

Các đường ống và phần bù dãn nở thường được xử lý theo tiêu chuẩn thỏa mãn ứng suất.

Các thiết bị bù dãn nở ngoài khơi phải chịu các tải trọng dãn nở và các tải trọng của dòng chảy cũng như sóng. Tất cả các loại tải trọng đều có thể được làm giảm. Dãn nở nhiệt có thể được làm giảm bằng cách sử dụng phương pháp lấp đất lèn chặt (nhờ chôn và lèn đá ngoài biển) hoặc tăng trọng lượng ống (sử dụng neo và lớp phủ bêtông). Tải trọng của sóng có thể được làm giảm bằng cách chuẩn bị các nhà che chắn hoặc dùng các tấm phủ.

2.10 Lựa chọn phương pháp bảo vệ chống ăn mòn

Các đường ống ngoài khơi thường được bảo vệ bằng các loại anode hy sinh trong khi ngược lại đối với đường ống đất liền thường sử dụng hệ thống cung cấp dòng điện từ nguồn ngoài.

Loại, kích thước và khoảng cách các anode phải được xác định nhằm xem xét các vấn đề sau:

- Khối lượng của vật liệu anode phải đủ để bảo vệ đường ống trong suốt quá trình hoạt động của hệ thống đường ống, luôn phải lưu ý đến thông số điện tích tối đa các lớp phủ bị nứt gãy hay phá hỏng trong quá trình vận hành ống.
- Diện tích bề mặt của các anode phải đủ lớn để cung cấp đủ cường độ dòng điện để bảo vệ đường ống cho tới thời điểm cuối cùng của tuổi thọ làm việc của đường ống, lúc đó hầu hết các anode đã bị tiêu hao trong quá trình hoạt động.
- Khoảng cách giữa các anode được xác định để có được kích thước thích hợp cho anode. Nếu các anode được lắp đặt vào ống trên một xà lan đặt ống ngoài khơi thì chúng phải có trọng lượng giới hạn. Bề dày của anode có thể được xác định bằng chiều dày của lớp phủ betone tạo trọng lượng.

2.11 Phân tích cắt ống

Dữ liệu cơ bản và các yêu cầu của phía thứ ba đối với các vị trí cắt nhau của ống nên được kiểm tra trong giai đoạn thiết kế khái niệm.

Một số điểm cần xem xét đối với đường ống ngoài khơi là:

- Góc tại điểm cắt nhau.
- Chiều cao yêu cầu của cột dỡ, các điểm tiếp xúc ống tại vị trí cắt nhau và hình dạng tổng thể của ống tại vị trí cắt nhau.
- Chiều dài của đoạn ống tự do và độ ổn định của nó.
- Khả năng chịu đựng của ống đối với hiện tượng cắt xoáy và các tải trọng môi trường.
- Khả năng chịu đựng của đất và khuynh hướng bị lún của bất kỳ cột đỡ.
- Ngăn ngừa hiện tượng ống bị oằn lên.
- Dung sai đặt ống đối với việc chuẩn bị cắt nhau của ống.

- Các tải trọng khi đặt ống, trong điều kiện thử thủy lực, và trong điều kiện vận hành.
- Các tải trọng xuất hiện do quá trình lèn, đầm đá tại vị trí cắt nhau.
- Khả năng bị phá hủy bởi neo của các tàu đánh cá.
- Các yêu cầu của các người vận hành, người chủ đường ống của phía thứ ba.

Các đường ống đất liền đòi hỏi các xem xét đặc biệt bởi khi nghiên cứu độ gần nhau và nghiên cứu tuyến ống có thể xuất hiện các yêu cầu cho đường ống tại vị trí cắt nhau với các đặc trưng về địa lý và dân cư khác nhau. Các đặc trưng có thể bao gồm:

- Các đường ống khác, thường cắt qua rãnh hoặc mương, tuy rằng đã xem xét về vấn đề bổ sung bề dày ống hoặc có bề dày ống đặc biệt. Sự tương tác của hệ thống bảo vệ đường ống bằng dòng điện ngoài cũng phải được đánh giá cẩn thận.
- Các vị trí cắt nhau qua sông hoặc cửa sông cũng yêu cầu việc áp dụng các kỹ thuật kéo ống, và bản thân ống thường đòi hỏi phải có lớp phủ trọng lượng.
- Các vị trí cắt nhau qua đường bộ và đường sắt có thể đòi hỏi các kỹ thuật như làm cầu vượt, bọc ống hoặc làm đường hầm, tuy rằng việc thi công có thể làm gián đoạn giao thông nhưng vẫn nên xem xét việc sử dụng phương pháp đào hở.
- Các chỗ cắt nhau với vũng lầy hay vùng đầm lầy có thể bao gồm việc phủ trọng lượng cho ống, làm bề mặt đường tạm thời và nhập bổ sung vật liệu san lấp.

Các vị trí cắt nhau có thể áp dụng phương pháp khoan định hướng. Phương pháp này bao gồm việc khoan từ đầu này sang đầu kia, giữ cho lỗ mở bằng bêtông, kéo ống qua lỗ sử dụng dây khoan. Kỹ thuật này khá thông dụng đối với các vị trí cắt nhau với sông, có khoảng cách lớn hoặc có mật độ lưu thông lớn.

2.12 Lập lịch trình

Thiết kế khái niệm nên quan tâm đến các yêu cầu lịch trình xây lắp đường ống.

Các đường ống đất liền thường phức tạp do phải cắt qua quá nhiều ranh giới của các chủ đất khác nhau. Các sắp xếp đặc biệt cần phải được thực hiện để có quyền đi lại, sự cho phép sử dụng đất, làm đường càng sớm càng tốt trước khi tiến hành các hoạt động xây lắp đường ống. Thiết kế khái niệm nên quan tâm đến sự phát triển của kế hoạch thực hiện dự án sơ bộ trong đó chi tiết hóa các yêu cầu lịch trình của tất cả các hoạt động diễn ra trong thời gian dài.

Các tỷ lệ thời gian trong việc chế tạo giàn và lắp đặt, quá trình xây lắp trạm đất liền có thể tham khảo từ trình tự các hoạt động trong việc phát triển một mỏ ngoài khơi. Thường là khung thời gian cụ thể cho quá trình lắp đặt ống và liên kết thiết bị liên quan đến các thời điểm khác nhau trong năm, sự có sẵn của các xà lan lắp đặt, thời gian xây dựng và thời gian lắp đặt, vị trí xà lan đặt ống, vị trí và kiểu neo cho các giàn nổi và các tàu trong khu mỏ.

Thời gian cấp phép, thương thảo với chủ sở hữu của các lô khai thác khác, hoặc các đối tượng sử dụng vùng biển khác cũng thường đóng vai trò rất quan trọng.

Thiết kế chi tiết nên được thực hiện trước khi lắp đặt, tuy nhiên các mặt hàng thiết bị đòi hỏi thời gian chế tạo và đặt hàng tương đối lâu như van, bích, bộ phận nối… cần phải được xác định, thiết kế và chỉ định trước cho quá trình mua sắm thiết bị sao cho việc giao nhận các thiết bị như vậy có thể được thực hiện trước khi công việc chế tạo và lắp đặt được bắt đầu. Do vậy thường phải bàn bạc giải quyết dứt điểm trong quá trình thiết kế khái niệm các vật tư thiết bị quan trọng đòi hỏi thời gian dài như vậy (thường các loại vật tư này có chi phí cao) về mặt mua sắm thiết bị. Trong trường hợp này, lịch trình chính xác và có tính đáp ứng thực tế l2 yếu tố quan trọng để tối đa hóa tính hữu dụng của thiết kế khái niệm.

3. Thiết kế cơ khí cho đường ống

Đường ống phải có đủ độ bền chống lại các tải trọng tác động lên nó, trong quá trình xây lắp và thử nghiệm đường ống và khi đường ống đã đưa vào vận hành. Trong quá trình xây lắp, ống sẽ bị uốn, kéo và xoắn. Khi ống đưa vào vận hành nó sẽ bị tác động bởi áp suất bên trong từ lưu chất và từ bên ngoài bởi môi trường biển và đất xung quanh, ngoài ra còn có các ứng suất gây ra bởi sự thay đổi nhiệt độ.

Đường ống có thể chịu tải trọng bên ngoài, chẳng hạn ống dưới biển, tải trọng là các va chạm với neo, neo lưới cá, với trường hợp ống trên đất liền, tải trọng ngoài có thể là sự lắng xuống khác nhau của đất xung quanh ống, tải trọng tạo ra từ các phương tiện giao thông trên đỉnh ống, hoặc là va chạm với các thiết bị đào đất.

Các yêu cầu về độ bền cho các đường ống ngoài biển thường cao hơn so với đường ống ở đất liền.

Vấn đề được trình bày sau đây áp dụng khi thiết kế độ bền chống lại áp suất trong, áp suất ngoài, ứng suất dọc trục, hiện tượng uốn ống, hiện tượng va chạm và móp ống, hiện tượng uốn ống cong lên.

3.1 Thiết kế chống lại áp suất bên trong

Áp suất bên trong tạo ra từ lưu chất vận chuyển trong ống là tải trọng quan trọng nhất cho một đường ống. Trong trường hợp điển hình, một ống 30 inch chịu áp suất trong 15Mpa chịu tải trọng tổng là 11MN trên mỗi mét đường ống, thì khi đó mỗi mét đường ống chịu một lực vòng có độ lớn là 5.5MN. Ngoài ra, ứng suất vòng tạo ra bởi áp suất trong được xác định chủ yếu bằng phương pháp thống kê sao cho không xảy ra tình trạng tái phân bố ứng suất nào đủ lớn và ứng suất không bị bổ sung hoặc làm suy giảm bởi ứng suất đàn hồi.

Nếu ứng suất vòng quá lớn, đường ống có thể bị oằn theo hướng chu vi, hiện tượng oằn diễn ra tiếp theo sẽ làm mỏng đường ống và cuối cùng gây gãy ống.

Công thức đơn giản nhất để tính ứng suất vòng s_H gây ra bởi áp suất trong là phương trình Barlow:

$$s_H = \frac{pD}{2t}$$

với p là áp suất trong,
D là đường kính ống,
t là bề dày ống.

Công thức này không có độ chính xác khá tốt. Kết quả tính từ phương trình này thường cao hơn ứng suất tối đa, do vậy nhiều quy tắc chấp nhận phương trình này khi thiết kế. Công thức này có thể được viết lại cho bề dày ống lý thuyết thoả mãn yêu cầu về ứng suất vòng ở giá trị tương ứng suất đàn hồi như sau:

$$t = \frac{pD}{2f_1f_2Y}$$

Với:

Y là độ lớn của ứng suất đàn hồi của vật liệu làm ống.

f_1 là hệ số thiết kế, diễn tả ứng suất vòng tối đa cho phép là tích số của ứng suất đàn hồi.

f_2 là hệ số dung sai chế tạo ống, cho phép sự sai lệch của bề dày ống so với bề dày danh nghĩa, thường là 0.875, có nghĩa là bề dày có thể thấp hơn bề dày danh nghĩa tối đa cho phép là 12.5%.

Hệ số thiết kế hay là hệ số sử dụng hay hệ số hữu dụng thường lấy giá trị 0.72 cho đường ống và lấy giá trị thấp hơn cho ống đứng và các đoạn ống gần với giàn ngoài khơi hoặc các vùng bị hạn chế hay các tuyến đường giao thông đối với đường ống trên đất liền.

Các quy tắc chỉ định một cách khác nhau các giá trị tối đa cho hệ số thiết kế, tuỳ thuộc vào vị trí địa lý và các xem xét xác đáng khác.

Ví dụ đối với đường ống 30 inch thì D = 762mm; p = 15Mpa; Y = 413.7 N/mm^2; $f_1 = 0.72$; $f_2 = 0.875$ và t = 21.9mm tính toán theo công thức trên.

Trong thực tế thông thường, kích thước đường ống được lựa chọn tuân theo tiêu chuẩn API. Bề dày kế tiếp trong tiêu chuẩn API là 22.2mm, nên có thể chọn bề dày này cho ống ở trên. Trong trường hợp đặc biệt đường ống có thể có đường kính và bề dày bất kỳ. Ví dụ trong trường hợp đường ống lớn và dài thì tiết kiệm chi phí so với sử dụng đường ống theo API là khá đáng kể.

3.2 Thiết kế chống lại áp suất ngoài

Áp suất bên ngoài đủ lớn có khuynh hướng làm cho đường ống trở nên oval và cuối cùng là phá huỷ chúng.

Một đường ống tròn hoàn hảo chịu tác động bởi áp suất trong có độ lớn tăng dần một cách ổn định sẽ vẫn không bị méo cho đến khi áp suất đạt đến giá trị gọi là áp suất đàn hồi tới hạn, p_{cr} cho bởi phương trình:

$$p_{cr} = \frac{E}{4}\left(\frac{R}{t}\right)^3\left(1-n^2\right)$$

Trong đó R là bán kính trung bình, t là bề dày ống, E là modul đàn hồi và n là tỷ số Poisson.

Tại giá trị áp suất đàn hồi tới hạn ống sẽ bị phá hủy lập tức. Đối với hầu hết các đường ống, áp suất đàn hồi tới hạn thường có giá trị rất cao, ví dụ đối với đường ống 30inch với bề dày 22.2mm, giá trị áp suất đàn hồi tới hạn là 12.5Mpa, tương ứng với độ sâu nước là 1250m, khi đó sẽ tạo ra ứng suất vòng khoảng 208N/mm^2. Sự oằn ống theo hướng chu vi do áp suất có thể xảy ra, tuy nhiên sự phá huỷ ống bởi đàn hồi luôn xảy ra đầu tiên ngoại trừ với đường ống rất mỏng.

Các đường ống thực tế thường không tròn một cách hoàn hảo mà có hình oval ở mức độ nào đó. Độ oval của ống thường được kiểm soát bằng các tiêu chuẩn kỹ thuật của ống. Khi một ống không tròn chịu tác động của áp suất bên ngoài, độ méo của ống sẽ tăng liên tục và trở nên rất lớn khi áp suất đạt đến giá trị tính toán bởi phương trình tính p_{cr} trên.

Hiện tượng oằn ống có thể xảy ra do nhiều nguyên nhân khác hơn là do tác động của áp suất bên ngoài, ví dụ như, quá trình uốn ống khi thi công cây lắp hoặc các phá huỷ cơ học do tác động bên ngoài. Các hiện tượng oằn ống như vậy thường phát triển dọc theo chiều dài ống của áp suất bên ngoài nhỏ hơn áp suất tới hạn để xảy ra hiện tượng phá huỷ do đàn hồi.

Hiện tượng này được gọi là hiện tượng oằn ống lan truyền và nếu xảy ra có thể phá huỷ một chiều dài ống đáng kể. Hiện tượng oằn ống lan truyền cần được giải quyết trong quá trình thiết kế khái niệm.

Các đường ống chôn dưới đất cũng chịu tác động của các tải trọng làm oval ống do trọng lượng của đất và phương tiện giao thông… đi qua trên phía trên ống.

3.3 Thiết kế chống ứng suất dọc trục

Một đường ống khi vận hành chịu ứng suất dọc trục cũng như ứng suất vòng. Các ứng suất dọc trục xuất hiện chủ yếu từ hai tác động. Thứ nhất là tác động Poisson làm cho một thanh kim loại bị kéo giãn với sức căng đồng trục sẽ bị co lại theo phương vuông góc, do vậy nếu sự co lại theo phương vuông góc này bị khống chế thì sẽ xuất hiện một ứng suất tương ứng. Do đó, khi một ống chịu áp suất bên trong, một mình ứng suất kéo theo phương chu vi sẽ gây ra biến dạng kéo theo phương chu vi và biến dạng nén theo phương dọc trục.

Nói một cách khác, nếu ống chỉ chịu ứng suất phương chu vi và không chịu ứng suất dọc trục thì ống sẽ bị kéo theo phương chu vi làm đường kính ống lớn lên và bị nén theo phương dọc trục làm ống ngắn lại. Nếu hiện tượng nén theo phương dọc trục bị hạn chế, ví dụ bởi lực ma sát vớ đáy biển hoặc do bị liên kết chặt với các bộ phận cố định như giàn, khi đó sẽ xuất hiện một ứng suất theo phương dọc trục.

Tác động thứ hai có khuynh hướng gây ra ứng suất dọc trục là nhiệt độ. Nếu nhiệt độ của ống tăng lên, và ống có thể dãn nở thoải mái theo mọi hướng, nó sẽ dãn nở theo cả phương dọc trục và chu vi. Dãn nở theo phương chu vi thường hoàn toàn không chịu sự ma sát của đáy biển và các bộ phận liên kết. Theo đó

nếu hiện tượng dãn nở bị khống chế, thì ứng suất nén theo phương dọc trục sẽ xuất hiện trong ống.

Ứng suất dọc trục có hai thành phần, thứ nhất có liên quan đến áp suất và thứ hai có liên quan đến nhiệt độ. Thành phần áp suất là dương (kéo) và thành phần nhiệt độ thường là âm (nén). Kết quả cuối cùng là kéo hay nén phụ thuộc vào độ lớn tương đối giữa áp suất và độ tăng nhiệt độ.

Lấy ví dụ cho ống có đường kính ngoài 30inch, bề dày 22.2mm được minh hoạ trước đây, áp suất bên trong là 15Mpa và độ tăng nhiệt độ là 90^0, thành phần áp suất của ứng suất dọc trục là + 75N/mm^2 và thành phần nhiệt độ là -221 N/mm^2, do đó ứng suất dọc trục cuối cùng là -146 n/mm^2.

4. Phương pháp xây lắp đường ống

Nếu một đường ống không được xây lắp, kiểm tra và thử nghiệm tốt thì đường ống không thể được phép vận hành cho dù nó đã được thiết kế rất kỹ lưỡng và lựa chọn vật liệu rất phù hợp.

Đối với cả hệ thống đường ống đất liền và ngoài khơi, luôn phải thực hiện các công việc sau: vận chuyển và bảo quản đường ống, chế tạo ống, kiểm tra ống.

4.1 Vận chuyển vật liệu làm ống

Vận chuyển đường ống

Các hư hỏng cho đường ống và lớp phủ của ống thường gây ra thiệt hại nghiêm trọng do vậy đường ống cần phải được xử lý một cách cẩn thận. Bất kỳ hư hỏng cho đường ống thường gây các điểm tập trung ứng suất khi có áp suất và có khả năng gây hỏng đường ống tại các vị trí đó.


Vận chuyển ống

Đường ống trước khi được vận chuyển đến công trường xây lắp phải được phủ hoàn chỉnh, hoặc tại nhà máy sản xuất ống hoặc tại Công ty phủ ống. Thường việc phủ lớp bê tông cho ống được thực hiện trước khi xây lắp đường ống và ở khoảng cách gần so với vị trí thi công xây lắp đường ống.

Cần phải kiểm tra toàn bộ trước khi bắt đầu bốc dỡ ống lên phương tiện vận chuyển. Cần phải thống nhất về chi phí đền bù cho những hư hỏng đường ống xảy ra trong quá trình vận chuyển trong giai đoạn này.

Các số liệu về số lượng ống, số lượng các đoạn, chiều dài và tình trạng của ống cần được lưu trữ để sử dụng cho dự án cũng như cho các quá trình thi công ống sau này như quá trình hàn ống hay kéo ống.

Tại các vị trí đặc biệt cần phải xem xét các yêu cầu đặc trưng cho ống như các bề dày ống khác nhau, các ống đã được thử nghiệm trước hay các ống đã được phủ bê tông.

Thường các nhà thầu chụi trách nhiệm nhân ống tại các công trường thi công dọc theo tuyến ống, quá trình bốc dỡ ống khi vận chuyển trên đường và quá trình rải ống chưa giải quyết ống xong. Tuy vậy thường việc này làm phức tạp cho quá trình lưu trữ tài liệu.

Trên các vùng đất phẳng và chắc ở điều kiện thời tiết tốt các xe tải có thể đôi khi để các đường ống dọc theo chiều dài làm việc nếu cần. Thông thường hơn, thường người ta sử dụng các hệ cọc dẫn đường cho các khu vực khó thi công hoặc khu vực cắt ngang đường ray để giảm thiểu tải trọng của đất lên ống.

Tại các vùng có nhiều cây cối và các khu vực không thể ra và hoặc tại các vùng đất không chịu được tải trọng bốc dỡ cao có thể sử dụng trực thăng. Phương pháp này rất hiệu quả nếu quá trình dỡ ống không làm hư hỏng các ống gần đó. Ngoài ra có thể sử dụng thuyền đệm khí cho các vùng có khả năng chịu tải trọng thấp.

Xử lý các vật liệu

Có nhiều yêu cầu nghiêm ngặt đối với quá trình xử lý ống và chúng cần được quan tâm ngay cả khi đã có một số công trường thi công tạm thời. Cần dùng các móc hoặc nâng ống thích hợp trong mọi giai đoạn, chuẩn bị trước các bệ đỡ hoặc các bộ phận bọc bằng vật liệu mềm nhằm bảo vệ ống khỏi các hư hỏng xảy ra cho ống do quá trình va chạm đối với đất và thiết bị khác.

Với tất cả các ống, số lượng các lớp được sắp xếp sẽ được giới hạn để tránh các lực tác động quá lớn đối với các lớp ở thấp hơn do có thể gây ra những hư hỏng cho lớp phủ hoặc trong trường hợp ống có đường kính lớn có thể làm méo ống gây khó khăn cho quá trình hàn ống sau này.

Ngoài ra cần phải quy định chiều cao tối đa nhằm thỏa mãn các yêu cầu an toàn chung cho các quá trình thi công.

Đối với các đường ống đất liền, trước khi thả ống, việc bảo vệ đối với các đường dây điện hoặc biển báo sự hiện diện của chúng cần phải được thực hiện và cần thiết phải tuân thủ các yêu cầu an toàn đối với công nhân vận hành. Nếu có biển báo nguy hiểm nào bị hư hỏng cần phải thay thế ngay lập tức, do mối nguy hiểm khi tiếp xúc với đường dây điện khi đang vận hành. Nếu có biển báo nguy hiểm nào bị hư hỏng cần phải thay thế ngay lập tức, do mối nguy hiểm khi tiếp xúc với đường dây điện đang vận hành có thể là hiểm họa lớn cho các cần cẩu trong quá trình thao tác xây lắp đường ống.

Trong quá trình thả ống, thường tiến hành chuyển các số ra phía ngoài đường ống, sử dụng các màu hoặc ký hiệu để biểu thị sự thay đổi của các đặc tính của ống.

Các đường ra vào cần phải có để phục vụ cho các dân cư trong các khu vực đặc biệt, ngăn cách bằng các hàng rào, ngoài ra cần tạo mối liên hệ thường xuyên với các cư dân trong khu vực có liên quan.

Cần quan tâm đến các quy định vận chuyển trên đường giao thông và các đặc điểm bất thường như các giới hạn về trọng lượng trên các đường và các

chiều cao của cầu, chiều rộng của các lối ra vào, các chỗ nghẽn cổ chai trong hệ thống giao thông, các tuyến đường thường được sử dụng trong các ngày nghỉ.

Việc tạo mối quan hệ với các bộ phận quản lý đường giao thông và cơ quan cảnh sát đóng vai trò quan trọng.

Các điều kiện của đường xá như tải trọng quá mức chẳng hạn cần phải có sự đồng ý của chủ đường và cấp có thẩm quyền trước khi bắt đầu quá trình chuyên chở.

Các vị trí cần phải có phép ra vào đặc biệt qua các đường tư nhân cần phải được sắp xếp trước trong giai đoạn lập kế hoạch và việc xây dựng các đường tạm phải được thực hiện trong giai đoạn chuẩn bị cho yêu cầu chiều rộng làm việc.

Trong quá trình vận chuyển đường ống ngoài khơi nhiều vấn đề ở trên không hiện diện ngoại trừ giai đoạn vận chuyển ống đến các bến cảng để bốc dỡ lên tàu chuyên chở ống. Tại bến tàu tất cả các yêu cầu đối với quá trình nâng ống, xử lý ống và bảo quản ống cần phải được tuân thủ.

Việc bốc dỡ ống lên tàu chuyên chở phải được thực hiện sao cho ống được phân bố đều trọng lượng và nằm một cách chắc chắn.

Một khi các ống đã được bốc dỡ lên tàu thì chúng cần phải được đảm bảo hoàn toàn cho quá trình vận chuyển trên biển. Khi ống không được cố định chặt chúng có thể di chuyển khi đang được vận chuyển trên biển, gây ra các hư hỏng nghiêm trọng cho tàu chuyên chở và có thể gây nguy hiểm cho thủy thủ đoàn. Các hàng hóa bị dịch chuyển có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến giá trị đi biển của tàu.

4.2 Quá trình tồn trữ các nguyên vật liệu

Ống nên được xếp lên giá thành các hàng sát nhau và được cột chặt theo cách nào đó để ngăn ngừa khả năng phá hỏng ống. Thường phải có đầu bịt ống và bộ phận bảo vệ phần vát mép của ống trong tất cả các quá trình xử lý, vận chuyển và tồn trữ ống. Ống có thể phải được bảo vệ bên trong bằng các chất hút ẩm được cho phép và bịt kín các đầu để chống sự thâm nhập của hơi nước.



Tồn trữ ống

Thiết kế của các bộ phận bịt ống nên có khả năng chịu được các móc nâng ống trong quá trình nâng ống và xử lý ống.

Khi tồn trữ cần xem xét các vấn đề sau:

Hàng ống dưới đáy cần phải được nâng cao khỏi mặt đất ít nhất 150 mm bằng cách sử dụng các thanh dầm được phủ bằng các tấm polyethylene hoặc các thanh gỗ đệm đủ mức được sắp xếp và làm phẳng để đỡ không cho ống bị phá hỏng. Cần phải kiểm tra độ thăng bằng trướcvà sau khi tiến hành buộc chặt ống.

Hàng ống ở đáy nên được sắp xếp tách rời nhau khỏi các đoạn ống không bị lăn, bằng các nêm gỗ hoặc kẹp gỗ.

Các ống nên được sắp xếp tách rời nhau khỏi các ống khác bằng các bộ phận cách ly thích hợp đặt theo chiều dài của ống.

Khu vực tồn trữ ống nên được đặt ở nơi sao có thể tiếp cận trong mọi điều kiện thời tiết.

Các bộ phận nối ống như các đoạn ống cong, valve, tee … nên được tồn trữ bằng cách đặt chúng riêng biệt nhau trên các bề mặt đã được xử lý. Bề mặt này cần phải được làm sạch và dẹp bỏ bất kỳ vật nào co đủ khả năng gây hư hỏng cho các bộ phận và thiết bị đang tồn trữ.

Các bề mặt của bích có thể được bảo vệ bằng các sử dụng các tấm gỗ và các phần góc của bộ phận nối có thể được bảo vệ bằng các đầu bịt.

Khi tồn trữ các vật liệu bằng hợp kim thép không rỉ cần phải cô lập chúng khỏi khả năng chúng bị nhiễm khi được đặt sát với các ống bằng thép carbon.

4.3 Các quy trình hàn và phương pháp hàn

Trong quá trình chế tạo ống các đoạn ống được sản xuất tại các nhà máy cán thép các đoạn ống này sau đó được vận chuyển đến các công trường xây lắp đường ống và được hàn với nhau bằng các mối hàn giáp mối theo chu vi ống. Quá trình hàn các đường ống thép thường được quy định trong các tiêu chuẩn như API 1104 và BS. Phạm vi tổng quát của các tiêu chuẩn hàn đường ống là thẩm định trình độ các chế độ hàn và các quy trình hàn cũng như năng suất quá trình hàn. Cho phép sử dung nhiều quy trình hàn khác nhau. Các quy trình hàn hồ quang kim loại bằng tay hiện nay được sử dụng rộng rãi nhất.

Các quy trình chung

Phương pháp truyền thống để chế tạo chiều dài ống thép liên tục là hàn chúng với nhau tại các mặt cắt ống, chiều dài của ống được gọi là đoạn ống. Số lượng các kỹ thuật có sẵn là rất nhiều. Quá trình hàn có thể được thực hiện trên đất liền và trên các xà lan đặt ống.

Phương pháp hàn ống được sử dụng thường xuyên nhất cho các ống thép carbon là phương pháp hàn hồ quang kim loại có bảo vệ (Shield metalare welding –AMAW). Phương pháp hàn hồ quang chìm tự động hóa (Mechanized Submerged Arc Welding – SAW) thường được sử dụng khi hàn từng đôi ống với nhau (gọi là các đoạn ống đôi) trên các xà lan đặt ống hoặc tại các xưởng hàn ống đôi khi sử dụng cho các dự án đường ống lớn và do đó làm giảm thời gian đặt ống.

Khi quá trình nối ống đôi sử dụng phương pháp hàn SAW thì ống có thể được quay so với đầu hàn để quá trình hàn được thực hiện theo vị trí nằm ngang xuôi theo chiều của tay người thợ hàn.

Việc hàn ống là như nhau cho đến nay đối với đường ống có thể quay so



Hàn nối ống tại công trường

với đường ống trên cơ cũng như ngoài khơi. Các que hàn được bọc cellulose được sử dụng rất rộng rãi cho hàn hồ quang kim loại. Các que hàn được bọc hợp chất cellulose sử dụng lớp phủ hữu cơ hoặc các chất gây cháy thường có tính hút ẩm, do vậy trong thực tế, sẽ không cháy một cách hiệu quả khi các chất gây cháy này bị ẩm. Các điện cực thường được sử dụng dọc suốt chiều dài, quá trình hàn từ đỉnh ống đi xuống. Quá trình này được gọi là quá trình hàn "đi xuống" hay hàn "ghép ống" và thường đặc trưng bằng hàm lượng hydro cao và năng lượng hồ quang thấp. Các điều kiện như thế yêu cầu phải lưu ý đặc biệt để tránh hiện tượng nứt gãy gây ra do hydro cao và năng lượng hồ quang thấp. Các điều kiện như thế yêu cầu phải lưu ý đặc biệt để tránh hiện tượng nứt gây ra do hydro trong các mối hàn.

Các lưu ý như vậy thường là việc gia nhiệt trước cho ống và sử dụng các dụng cụ tiêu chuẩn cao cho quá trình làm sạch. Tuy nhiên, trong quá trình hàn ống hiện tượng nứt gãy do hydro cũng bị hạn chế phần nào do tương quan khá lớn giữa các thành ống mỏng với các đọan ống được hàn với nhau.

Quá trình hàn "ghép ống" thường có xu hướng gây ra các khuyết tật ở gốc thành ống như hiện tượng thiếu nóng chảy và lẫn sỉ trong mối hàn .

Lớp hàn thứ hai, gọi là lớp hàn nóng, nên được thực hiện càng nhanh càng tốt sau khi mối hàn nền bị làm lạnh quá mức.

Vì lý do này, cũng như lý do về năng suất hàn, các mối hàn theo hướng chu vi đối với các ống có đường kính lớn thường được thực hiện bởi hai thợ hàn làm việc đồng thời. (Lưu ý rằng quá trình thực hiện mối hàn nền thường đựơc dùng để xác định vận tốc quá trình hàn chung cho đường ống trên bờ, khi mà có thể sử dụng các thợ hàn khác nhau cho bước hàn nền và hàn làm đầy).

Các nguyên vật liệu cho quá trình hàn:

Các nguyên vật liệu cho quá trình hàn như điện cực, dây, que hàn được sản xuất bởi nhiều công ty khác nhau với các nguồn nguyên liệu khác nhau. Các nguyên vật liệu này nên được phê duyệt về loại và nhãn hiệu trước bởi cơ quan có thẩm quyền cấp chứng chỉ thường tuân theo các tiêu chuẩn kỹ thuật quốc tế ví dụ như AWS 5.1-69 hoặc BS 639 đối với các điện cực NMA.

Tất cả các nguyên vật liệu này nên được tồn trữ, bảo quản và xử lý tuân theo các quy trình được khuyến cáo bởi các nhà sản xuất đối với các sản phẩm đặc biệt.

Khi sử dụng phương pháp hàn GMAW trong thực tế đối với thép carbon là thép hợp kim thấp việc pha loãng khí bảo vệ bằng CO_2 thường được sử dụng vì lý do kinh tế. Khi thực hiện việc này nên tiến hành hoàn thiện khả năng loại bỏ oxy của các dây hàn làm đầy bằng cách thêm vào các chất khử oxy như CO_2 để đóng vai trò khí hoạt động. Bằng cách thức tương tự oxy có thể được thêm vào khí bảo vệ khi hàn các đường ống thép hợp kim kép cùng với việc sử dụng các dây hàn làm đầy có hàm lượng silicon cao.

Đối với các mối hàn rất bị hạn chế như hàn các bộ phận nối, hàn tie-ins… tại các vị trí sắp xếp khó khăn hơn, nên sử dụng quá trình hàn đi lên với điện cực cellulose hoặc điện cực hàm lượng hydro thấp.

Vị trí hàn

Vị trí hàn là một yếu tố quan trọng đối với quá trình hàn và kiểm tra trình độ các thợ hàn. Trong quá trình hàn ống tư thế của thợ hàn so với ống được diễn tả bằng các con số tham chiếu theo chữ G (chỉ rằng đó là mối hàn rãnh - groove). Các con số đó là:

1G Quá trình hàn được thực hiện ở vị trí phẳng xuôi theo tay thợ hàn. Việc quay ống cho phép hoàn tất mối hàn giáp mí theo chu vi. Các đường phân giới dọc trục được hàn rãnh tại đỉnh của ống nằm ngang.

2G Quá trình hàn được thực hiện theo vị trí nằm ngang thẳng đứng. Ống được gắn thẳng đứng sao cho mối hàn giáp mí nằm ngang. Đây là vị trí tương tự với quá trình hàn ống đứng của giàn tại hiện trường.

5G Quá trình hàn được thực hiện theo vị trí thẳng đứng. Ống được gắn nằm ngang với mối hàn giáp mí thẳng đứng. Đây là vị trí chính của mối hàn giáp mí đường ống trong quá trình xây lắp ống.

6G Quá trình hàn được thực hiện ở góc 45^0. Ống được làm nghiêng một góc 45^0 so với phương ngang để mối hàn giáp mí được sắp xếp theo vị trí ngược lại 45^0. Quá trình hàn theo thủ tục được thực hiện ở vị trí này được dùng để đánh giá khả năng hàn tại mọi vị trí khác. Một vòng hạn chế không gian đôi khi được thêm vào không gian phía trên của ống trong quá trình kiểm tra trình độ thợ hàn (kiểm tra 6GR) để làm tăng thêm độ khó của quá trình kiểm tra hàn. Thợ hàn đạt được chứng nhận kiểm tra trình độ hàn 6GR có thể hàn mọi vị trí.

Nói chung, các quy trình được thực hiện trong các mối hàn rãnh cũng được xem là tiêu chuẩn kiểm tra trình độ cho các mối hàn làm đầy ở vị trí tương tự.

Vát góc mối hàn

Các đoạn ống được sản xuất theo tiêu chuẩn kỹ thuật API5L thường được sản xuất với đầu ống được vát góc 30^0 để trợ giúp cho quá trình hàn. Góc vát này thích hợp cho quá trình hàn MMA sử dụng kỹ thuật hàn đi xuống khi hai ống được đặt sao cho phần hở gốc phù hợp với loại điện cực hàn sử dụng.

Trong thực tế thường phải vát góc lại cho ống trước khi hàn nhằm loại bỏ tất cả hư hỏng xảy ra trong quá trình vận chuyển ống. Đôi khi quá trình vát mép lại được thực hiện nhằm mục đích giảm thể tích hàn yêu cầu (nhằm làm tăng vận tốc hàn) bằng cách làm giảm góc vát khi hàn. Việc làm tăng vận tốc quá trình hàn như vậy ít khi hiệu quả do việc làm giảm góc hàn thường làm tăng tỷ lệ khiếm khuyết do mối hàn có khả năng tiếp cận ít hơn.

Quá trình vát góc lại mép ống cũng có thể thực hiện khi sử dụng quy trình hàn khác. Các vát mép kép được sử dụng để cho phép đặc tính nóng chảy tốt trong lớp hàn làm đầy. Góc vát mép và hình dạng của chúng là các biến số rất quan trọng đối với chất lượng quy trình hàn, việc kiểm tra tại chỗ góc vát mép trước khi hàn là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng mối hàn.

Các vát mép kép cũng có thể được sử dụng để phù hợp với các vật liệu dày. Thể tích hàn có thể được giảm bằng cách giảm góc vát mép khi tách rời các thành ống đủ lớn để cho phép khả năng tiếp cận hiệu quả khi hàn nhằm bảo đảm quá trình nóng chảy thành ống.

Các quá trình hàn cơ giới hóa

Một phương pháp hàn mới khác được sử dụng trong hàn các đường ống trên bờ ở Nga cho các ống có đường kính lớn tới 56inch. Phương pháp này chỉ cần ống vát mép 7^0. Thiết bị hàn kẹp chặt hai ống cần hàn bằng các bộ phận tiếp xúc đặc biệt. Một ống được cố định trong khi ống còn lại được dịch chuyển về phía ống cố định. Một hiệu điện thế cao được đặt giữa hai ống và chúng được dịch chuyển chậm cùng nhau. Quá trình phóng điện và nóng chảy xảy ra tại bề mặt giữa hai ống theo phương chu vi. Vận tốc dịch chuyển của hai ống được kiểm soát chặt chẽ sao cho quá trình gia nhiệt hai đầu ống tạo ra sự nóng chảy nối hai ống một cách hoàn hảo.

4.4 Quá trình xử lý nhiệt

Quá trình xử lý ở dạng gia nhiệt trước hay duy trì nhiệt độ tối thiểu ở các vùng trung gian có thể phải thực hiện trong quá trình hàn nhằm làm chậm vận tốc làm nguội của vật liệu được gia nhiệt khi nóng chảy do hàn và bảo đảm mối hàn khô và không bị nhiễm hydrocarbon.

Mục đích của việc làm chậm quá trình làm nguội mối hàn là hoàn thiện vi cấu trúc của các vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt trong vật liệu ban đầu. Việc gia nhiệt trước cũng làm tăng nhiệt độ môi trường xung quanh mối hàn trong quá trình hàn do vậy hydro nếu có trong mối hàn sẽ bị tách khỏi và không bị giữ lại trong các mối hàn. Việc gia nhiệt trước cùng với nhiệt tạo ra do quá trình hàn (hoặc năng lượng hồ quang) sẽ tạo ra hiệu quả mong muốn.

Sự kết hợp hiệu quả của việc làm giảm hàm lượng hydro và hoàn thiện vi cấu trúc sẽ bảo vệ mối hàn khỏi hiện tượng nứt gãy do hydro. Nếu mối hàn bị làm lạnh nhanh, nó sẽ tích tụ hydro và tạo ra vi cấu trúc có khuynh hướng bị biến dạng cao và dẫn đến nứt gãy.

Các loại vật liệu làm ống khác nhau có mức độ bị ảnh hưởng đến vi cấu trúc khác nhau. Thông thường các vật liệu có độ bền cao thường nhạy với thay đổi vi cấu trúc do đó yêu cầu kiểm soát nghiêm ngặt năng lượng hàn và sự gia nhiệt trước hơn các vật liệu thông thường khác.

Các tính chất vật lý bị ảnh hưởng bởi sự gia nhiệt trước và năng lượng hàn là độ cứng và độ dẻo.

Mỗi quá trình hàn về bản chất riêng có tiềm ẩn hàm lượng hydro phụ thuộc vào khả năng mang ẩm của khói và khí bảo vệ. Quá trình hàn MMA cellulose về mặt bản chất có tiềm ẩn hydro cao, nhưng do thành ống mỏng nên chúng dễ dàng được gia nhiệt bởi hồ quang do vậy làm giảm ảnh hưởng của hydro. Tuy vậy, quá trình gia nhiệt trước và gia nhiệt trung gian vẫn có vai trò quan trọng.

Nhiệt độ trung gian và nhiệt độ của mối hàn bắt đầu xảy ra. Do đó đòi hỏi có nhiệt độ trung gian tối thiểu với các lý do tương tự như quá trình gia nhiệt trước.

Có ba loại xử lý nhiệt có thể thực hiện: làm ấm, gia nhiệt trước và xử lý nhiệt sau (giải phóng hydro hoặc khử ứng suất):

Quá trình làm ấm:

Làm ấm ống trước khi hàn nhằm:

- Làm khô chỗ sắp hàn và đốt hết các vết dầu mỡ, sơn… do đó làm giảm thiểu khả năng tạo lỗ xốp.
- Tăng cường bề mặt bên ngoài của các điểm hàn nền do tính thấm ướt được tăng cường của chỗ sắp hàn.

Khi hàn ở nhiệt độ môi trường 10^0C cần làm ấm ống đến 50^0C theo quy trình thông thường.

Quá trình gia nhiệt trước:

Quá trình gia nhiệt trước nhằm làm giảm nguy cơ tồn tại hydro trong các điểm hàn gây nứt gãy bởi:

- Làm giảm độ cứng của loạt mối hàn đầu tiên (loại mối hàn nền).
- Hỗ trợ quá trình giải phóng hydro khỏi khu vực mối hàn.
- Tạo sự phân bố tốt hơn của các ứng suất do hiện tượng co.

Theo quy luật chung quá trình gia nhiệt trước đối với các ống có đường kính lớn / ống có thép chịu ứng suất cao / ống có thành dày hơn là đạt nhiệt độ 100-150^0C. Có thể dự đoán nhiệt độ gia nhiệt trước theo các yếu tố lượng nhiệt tạo ra trong một loại hàn đơn, bề dày ống, giá trị carbon tương đương của thép làm ống (tính bằng %) nhờ sử dụng giản đồ thực nghiệm.

Quá trình xả ứng suất: (quá trình xử lý nhiệt sau khi hàn)

Quá trình xả ứng suất ảnh hưởng đến các ứng suất còn dư sau quá trình hàn và độ cứng của mối hàn cũng như vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt.

Hiếm khi áp dụng cho các mối hàn đường ống có bề dày dưới 25mm. Quá trình có thể yêu cầu đối với các mối hàn cho các bộ phận nối kích thước lớn, dày và không đối xứng. Xử lý nhiệt sau khi hàn làm tăng chi phí do có quan hệ mật thiết với thời gian mất mát để thực hiện nó.

Các đường ống dẫn khí sản phẩm chua – Xử lý nhiệt sau khi hàn:

Đối với các đường ống vận chuyển sản phẩm chua, khi có sự kết hợp giữa hàm lượng carbon tương đương cao với bề dày thành ống lớn và quá trình gia nhiệt thấp không hàn, ví dụ như quá trình hàn cơ giới hóa sử dụng CO_2 chẳng hạn, có thể phải tiến hành xử lý nhiệt sau khi hàn nhằm giảm giá trị độ cứng trong các vùng chịu ảnh hưởng bởi nhiệt.

4.5 Các lớp phủ liên kết tại môi trường thi công

Các lớp phủ tại các mối nối ở môi trường thi công được áp dụng tại chỗ để phủ lên vùng vật liệu trần sau khi hoàn tất mối hàn theo chu vi. Mối phủ này phải tương thích với các vật liệu phủ ống nguyên thủy ban đầu.

Các lớp phủ thông dụng là băng keo, ống co và epoxy:

- Băng keo: sau khi hoàn tất và kiểm tra, vùng mối nối được làm sạch và mối hàn có thể được mài nếu cần thiết. Băng keo được quấn quanh mối nối và phủ lên lớp phủ sẵn có của ống.
- Các ống co: được chế tạo từ chất dẻo bị co lại khi bị gia nhiệt. Mối nối được xử lý và làm sạch sau đó quấn ống xung quanh và gia nhiệt bằng đèn.
- Các lớp phủ epoxy: trong các đường ống sử dụng lớp phủ FBE các mối nối được gia nhiệt cục bộ sau khi đã xử lý và phủ bột epoxy. Lớp phủ mới sẽ tương tự như các lớp phủ chính ban đầu.
- Các lớp phủ lỏng: trong một vài trường hợp chỉ có thể áp dụng lớp phủ thông dụng bằng cách phun sương hoặc sơn bằng cọ lên trên mối nối đã được xử lý.

4.6 Các loại khuyết tật mối hàn thông thường

Hiện tượng lõm mối hàn

Hiện tượng này gây ra bởi cường độ cao và tốc độ di chuyển điện cực hàn cao và xảy ra do kỹ thuật hàn kém chất lượng. Sự dịch chuyển quá mức điện cực hàn nên tránh và góc của điện cực nên được kiểm soát để lực tác động của hồ quang vẫn giữ được kim loại tại các góc của mối hàn. Hiện tượng lõm mối hàn thường được tìm thấy nhiều nhất trong quá trình hàn MMA.

Các vết nứt gãy

Tất cả các vết nứt phải được xem là nghiêm trọng về mặt bản chất và phải loại bỏ và cắt bỏ khỏi mối hàn. Việc phát hiện các quá trình gây nứt gãy cũng bắt đầu ngay việc tìm hiểu các nguyên nhân có thể gây ra nứt gãy.

Các vết nứt có thể tạo ra sai lầm của thợ hàn trong thao tác hàn và cũng có thể do sự khuếch tán hydro vào trong mối hàn. Khuyết tật này có thể xảy ra với mọi phương pháp hàn nhưng rất phổ biến với phương pháp hàn MMA.

Độ xốp

Độ xốp và các vết lỗ trên bề mặt tạo ra do quá trình thoát khí từ kim loại hàn khi đang xảy ra quá trình ngưng đọng. Các khí trong mối hàn tạo ra từ xỉ hàn, sơn, hơi ẩm hoặc các chỗ bẩn trong quá trình xử lý chuẩn bị cho hàn do vậy cần phải tiến hành một cách nghiêm ngặt quá trình kiểm tra chất lượng. Thợ hàn cũng có thể gây ra hiện tượng xốp nếu sử dụng vị trí di chuyển điện cực quá cao và hồ quang quá dài.

Khuyết tật dạng lỗ xốp dễ dàng được phát hiện bằng phương pháp kiểm tra phát xạ. Chúng làm giảm khả năng chịu lực của vật liệu do làm giảm diện tích tiết diện ngang. Các quy chuẩn đường ống cho phép một mức độ nào đó hiện

tượng xốp bằng các giản đồ so sánh các cụm lỗ xốp và tiêu chuẩn kích thước cho các lỗ xốp riêng biệt.

Hiện tượng lẫn xỉ hàn

Hiện tượng lẫn xỉ hàn là các khuyết tật mối hàn tạo ra do chất lượng kém của các quá trình làm sạch trung gian. Các tiêu chuẩn chấp thuận liệt kê kích thước, chiều dài và độ lớn của xỉ hàn. Hiện tượng nhiễm xỉ hàn do các chất gây cháy tạo ra xỉ do đó tất cả các quá trình hàn sử dụng các chất gây cháy như vậy đều có xu hướng bị khuyết tật loại này.

Hiện tượng thiếu nồng độ nóng chảy

Hiện tượng thiếu nồng độ nóng chảy bị xảy ra tại thành ống của mối hàn và giữa các mối hàn. Khuyết tật này gây ra bởi hàn với cường độ dòng quá thấp hoặc di chuyển điện cực với vận tốc quá cao. Cơ chế cơ bản là không đủ nhiệt cục bộ cho quá trình chảy vật liệu một cách hoàn toàn do vậy hình thành các vùng làm lạnh phủ lên mối hàn. Hiện tượng thiếu độ nóng chảy là khuyết tật đặc trưng của quá trình hàn MIG trong kiểu hàn hồ quang trong dòng ngắn.

Hiện tượng thiếu độ nóng chảy là khuyết tật cơ bản ggây ra các vết nứt sau này. Do các vết nứt khó bị phát hiện bằng các phương pháp phát xạ nếu nó không định hướng thích hợp với các tia phát xạ cho nên phương pháp siêu âm là phương pháp hiệu quả nhất để phát hiện khuyết tật này về số lượng và kích thước.

Hiện tượng thiếu độ xuyên thấm

Hiện tượng thiếu độ xuyên thấm là khuyết tật cơ bản của quá trình hàn mà mối hàn không xuyên thấm qua toàn bộ bề dày mối nối. Khuyết tật dạng này có thể bị gẫy do không đủ cường độ dòng hoặc kỹ thuật hàn kém nhưng thường là do mối hàn không được điều chỉnh cho vừa sít. Một khe hở ở gốc hoặc một bề mặt rộng ở gốc là các nguyên nhân chính.

4.7 Sửa chữa các hư hỏng của lớp phủ ống

Một khi ống được chôn dưới đất hay nằm dưới đáy biển, các hư hỏng trong lớp phủ đường ống có thể phát triển thành các vấn đề nghiêm trọng trong tương lai. Bất chấp về mặt lượng chất của vật liệu và các quy trình áp dụng, bắt buộc phải kiểm soát nghiêm ngặt các hư hỏng ngay trước khi xây lắp và tiến hành sửa chữa thích hợp nếu có hư hỏng.

Các hư hỏng điển hình có thể phát triển trong lớp phủ màu đường ống

Tải trọng nén ép: các vật liệu như nhựa than đá, nhựa đường và ở phạm vi ít thông dụng hơn, là polyethylene, bị mềm đi và mất độ bền cơ học khi nhiệt độ tăng lên, chúng bị biến dạng chậm dưới tải trọng tại nhiệt độ phòng. Các ống được chất thành đống hoặc để nằm mà không có đệm cho ván lót sẽ tạo ra các tải trọng nén cao có thể làm cho ván lót xuyên thủng lớp phủ ống. Các lớp phủ

epoxy có trở lực cao hơn nhiều đối với nhiệt độ và các tác động của tải trọng như vậy.

Va chạm: các lớp phủ có thể bị hư hỏng nên bị va chạm với vật sắc, nhọn. Các lớp phủ enamel nhựa than đá có thể bị bong xung quanh khu vực va chạm.

Các lỗ kim châm: kiểu hư hỏng này thường đi kèm với các hư hỏng trong quá trình xử lý hoặc bề dày mỏng bất thường của lớp phủ.

Nứt gãy: các lớp phủ enamel nhựa than đá được tăng cường có thể rất dòn, đặc biệt tại nhiệt độ thấp, thể hiện các tính chất chịu kép thấp kém. Các thao tác uốn khi thi công do đó có thể gây nứt gãy lớp enamel. Vấn đề này không thường xảy ra với lớp phủ PE hoặc epoxy do chúng có độ dẻo cao hơn.

Các phương pháp sửa chữa lớp phủ như sau

Các lớp phủ nhựa than đá: do các nguy cơ cho sức khoẻ, sửa chửa bằng dòng nhựa than lỏng hiện nay không được khuyến khích. Sửa chữa lớp phủ nhựa than đá thường được thực hiện với các băng phủ nguội.

Các lớp phủ PE: việc sửa chữa được thực hiện sử dụng các băng cuốn nguội hoặc các ống co nhờ gia nhiệt.

Bột epoxy: các sửa chữa thông thường là hạn chế với các khuyết tật lỗ kim châm hoặc các diện tích khuyết tật nhỏ do va chạm, được thực hiện bằng cách sử dụng các vật liệu hai thành phần. Do thời gian đóng rắn thường ngắn nên hai loại vật liệu này được trộn ngay tại nơi sửa chữa ngay trước khi sử dụng và được dùng cho bề mặt ống đã được làm sạch bằng cách dùng dao hoặc bay.

Hệ thống sửa chữa thích hợp phải tương thích hoàn toàn với lớp phủ nguyên thủy ban đầu và nên được thẩm định chất lượng quy trình sửa chữa và phải kiểm soát toàn bộ.

Chương 6

QUÁ TRÌNH XÂY LẮP ĐƯỜNG ỐNG

Quá trình xây lắp đường ống đất liền đòi hỏi sự chuẩn bị cẩn thận và lập kế hoạch chi tiết, với một số đường ống có thể dài tới hàng ngàn kilômét, các vấn đề hậu cần trở nên rất lớn.

Do đó, tất cả các công việc tiến hành quá trình xây lắp phải được phối hợp đặc biệt cẩn thận để công trường xây lắp không trải dài ra đến hàng trăm kilômét với quá trình kiểm soát và giám sát rất khó khăn và thiếu hiệu quả.

Quá trình xây lắp đường ống bao gồm nhiều phương tiện như các trạm bơm và máy nén, các thiết bị đo đếm và phóng thoi, hệ thống bảo bệ cathode, các phòng điều khiển, các trạm valve, bồn chứa…đi kèm với quá trình lắp đặt hệ thống đường ống thật sự. Đây chính là lý do của mức độ phức tạp cao khi lắp đặt một hệ thống đường ống.

1. Lựa chọn và đánh dấu tuyến ống

Việc dựa chọn tuyến ống là công việc then chốt trong xây lắp đường ống trên đất liền và cần xem xét toàn diện các vấn đề liên quan đến xây lắp trước khi hoàn thành tuyến ống.

Thông thường sau khi đã xác định tuyến ống sơ bộ bằng các bản đồ có sẵn, các kỹ sư phải khảo sát dọc tuyến ống để thay đổi tuyến ống cho phù hợp với các vị trí gây khó khăn cho quá trình lắp đặt ống.

Trong giai đoạn này người kỹ sư có thể lựa chọn các tuyến ống thay thế tại các đoạn trong tuyến ống đã được xác định trước đó. Trong điều kiện hệ thống giao thông tốt việc vận chuyển thiết bị ra vào để lắp đặt tuyến ống trở nên dễ dàng.

Tuy nhiên, nếu điều kiện giao thông đường bộ và đường sắt yếu kém, các kỹ sư cần phải giải quyết vấn đề vận chuyển một số lượng lớn ống đến các vị trí dọc theo tuyến ống. Nếu các đường để vận chuyển không có sẵn thì phải xem xét khả năng xây dựng các đường mới. Do vậy thường tuyến ống được chọn sao cho nằm dọc theo hệ thống đường bộ và đường sắt có sẵn.

Quá trình khảo sát để lựa chọn tuyến ống chính xác đi kèm với quá trình đóng các trụ bê tông đánh dấu các điểm giao nhau của các tuyến. Thường thì cứ khoảng 250 mét sẽ được đóng một cọc bê tông để đánh dấu tuyến ống.

2. Quyền vận chuyển và quá trình phá hoang

Nói chung, việc mua toàn bộ đất chỉ áp dụng khi phải xây dựng nhà, xưởng cho các trạm bơm hoặc đối với phần đất xây dựng hàng rào bảo vệ cho các trạm van, đo đếm, phóng thoi. Cần phải chuẩn bị cho các đường ra vào dài hạn cho các cụm thiết bị này.

Nếu phải xây dựng các công trình phụ như vậy thì cần phải đạt được các quyền cho phép cơ bản khác như: giấy phép xây dựng, quyền ra vào trên các con đường để chuẩn bị cho việc lắp đặt và vận hành bảo trì cho các thiết bị của hệ thống bảo vệ cathode.

Quyền vận chuyển các thiết bị xây dựng tuyến ống phải đạt được trước khi bắt đầu công việc xây lắp bởi vì các đoạn lệch hướng hoặc thay đổi trong tuyến ống có thể làm cho chi phí tăng rất nhiều ở một số khu vực bị hạn chế.

Các công trình xây dựng phụ trợ có thể có tính pháp lý về sở hữu trong vài năm hay vĩnh viễn. Thường chi phí cho khoản này được tính theo đơn vị chiều dài của đường ống.

Các thoả thuận về quyền vận chuyển có thể phải bao gồm các điều khoản đặc biệt để giải quyết cho các quyền bổ sung khác như các giới hạn của đường ra vào hoặc các hạn chế tại vị trí đường ống thực tế.

Chiều rộng làm việc của tuyến ống thường khoảng 15 mét và phần lớn được đặt trên một phía của đường ống để tạo điều kiện cho việc vận chuyển thiết bị dọc theo tuyến ống. Chiều rộng này có thể tăng lên khi đi qua rừng và đôi khi yêu cầu phải chụp ảnh tuyến ống hoặc kiểm soát tuyến ống bằng máy bay.

Diện tích đất yêu cầu cho các trung tâm tồn trữ ống nên được thuê càng sớm càng tốt.

Cần thương thảo về các con đường vận chuyển đường ống và nhân sự thi công. Các đặc điểm cần thực hiện trong quá trình tái lập hiện trạng sau khi đã hoàn tất thi công đường ống.

Cần sắp xếp điều kiện thích hợp để bảo quản các thiết bị khỏi ảnh hưởng của thời tiết trong quá trình tồn trữ.

Việc tiến hành công việc trên các phần đất bên ngoài giới hạn của công trường thi công tuyến ống nên giảm thiểu, đặc biệt đối với phần đất có các hoạt động sản xuất nông nghiệp.

Để tạo điều kiện ra vào khu vực thi công có thể phải phát quang cây cối và các chướng ngại vật, nhưng với mức độ tối thiểu nhất nhằm không ngăn cản tầm nhìn khi thi công tuyến ống. Nếu tuyến ống đi qua khu vực sản xuất nông nghiệp có thể phải lập hàng rào chắn tạm thời.

Các công việc được thực hiện trước khi bắt đầu thi công đường ống bao gồm đóng các cột mốc định vị, làm hàng rào thi công, phát quang, xây dựng các máng thoát nước hoặc làm cầu qua sông suối.

Việc san bằng bề mặt nền thi công tuyến ống cần lưu ý đến hoạt động tái lập nền đất sau khi thi công xong. Thường chỉ tiến hành sau nền có những thay đổi đột ngột về độ dốc dọc theo tuyến ống như các khe núi hoặc bờ sông.

Điều quan trọng nhất là đạt được quyền ra vào khu vực thi công và phải triệt tiêu hoàn toàn các trở ngại dọc theo tuyến ống. Điều này có nghĩa là có thể phải xây dựng các cầu tạm ngang qua các mương thoát nước hoặc các sông nhỏ. Trong trường hợp nếu phải cắt ngang qua sông lớn có thể không xây dựng cầu tạm vì lí do chi phí mà phải xem xét khả năng đi vòng qua bằng cách xây dựng các đường tạm.

3. Quá trình đào rãnh

Quá trình đào rãnh bao gồm các công việc liên quan đến quá trình đào. Công việc này có thể được thực hiện bằng các máy đào rãnh, máy xúc, thuốc nổ, đào bằng tay hoặc các phương pháp khác.

Kích thước của rãnh thay đổi tuỳ thuộc vào kích thước của ống, và nên đủ rộng để có thể uốn ống từ bên này sang bên kia và đủ sâu để có thể phủ ống an toàn.

Bề mặt nền của đáy rãnh thường giống như phần trên mặt đất. Trong một vài trường hợp thể đào sâu hơn để tạo bề mặt bằng phẳng hơn, hoặc khi cắt ngang qua các đường giao thông và sông suối.



Qúa trình đào rãnh

Khi quá trình san nền có mặt các dòng nước nhỏ, cần thiết phải làm cho các rảnh đủ sâu để tạo lớp phủ của ống phải nằm dưới bền mặt nền tự nhiên. Thông thường, độ sâu của lớp phủ được đo đạc ở dưới độ cao nền mặt đất nguyên thuỷ.

Quá trình tạo rãnh phải không được can thiệp vào hoạt động của các mương thoát nước, kênh tưới tiêu hoặc các dòng nước khác. Khi cần thiết các ống nên nhằm ngang qua rãnh của đường ống có chức năng hướng dòng cho nước. Một trong các yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến độ sâu của rãnh là yêu cầu sao cho đường ống không bị xâm phạm bởi các hoạt động nông nghiệp. Độ sâu tối thiểu thông thường thoả mãn cho yêu cầu này là 0,9 mét, trong trường hợp đặc biệt có thể phải tăng độ sâu này lên đến 1,2 mét.

Tại các vùng có nhiều đá hoặc có bề mặt gồ ghề có phải tiến hành giảm thiểu ảnh hưởng của chúng. Đôi khi rãnh được lót bằng đất không lẫn đá để bảo vệ lớp phủ đường ống khỏi các loại đá sắc cạnh. Phương pháp khác là sắp xếp các túi ở các khoảng cách nhất định để đỡ ống.

Chiều rộng của rãnh thay đổi tuỳ thuộc các địa điểm khác nhau. Tại vị trí có quyền ra vào giới hạn, rãnh có thể hẹp hơn để hạn chế hiện tượng đất đá đào lên và rãnh chiếm quá nhiều không gian … Đôi khi rãnh phải rộng hơn để tạo không gian cần thiết cho ống được nằm không quá gò bó trong rãnh, điều này áp dụng cho các đường ống có lớp phủ cần được bảo vệ trong quá trình hạ ống cần rãnh có bề rộng lớn hơn.

Bề rộng rãnh tối thiểu trung bình bằng đường kính ống cộng thêm 300mm. Khi đào rãnh trong khu vực nhiều đá có thể sử dụng các phương pháp khác nhau như dùng thuốc nổ, dùng nêm, máy phá đá khí nén… Tuy nhiên trong trường hợp sử dụng thuốc nổ phải lưu ý thận trọng độ gần nhau, liều lượng thuốc nổ và thời gian thực hiện các vụ nổ.

Trong các rãnh ở vùng có nhiều đường ống phải có một lớp lót ở đáy tối thiểu là 100mm bằng các vật liệu được nghiền mịn, và trong điều kiện thực tế phải thực hiện các phương pháp bổ sung nhằm bảo vệ cho các lớp phủ chống ăn mòn của đường ống.

Đất đào lên từ rãnh phải được sàng đãi để thoả mãn điều kiện khi được lấp lại.

Khi đường ống đi qua các khu vực có thời tiết đặc biệt như khe núi chẳng hạn, đường ống phải được xem xét ở khía cạnh bị nước cuốn trôi khi chưa được lấp lại.

4. Quá trình rải ống và uốn ống

4.1 Quá trình xử lý ống

Kế hoạch tuyến ống đã được xác định, các trung tâm tồn trữ ống cần được lựa chọn cẩn thận. Các trung tâm như vậy thường bao gồm các điểm bắt đầu và kết thúc của tuyến ống và các vị trí trung gian, thường không cách nhau không quá 30km và có thể dễ dàng ra vào bằng đường bộ hoặc đường sắt.

Cần tránh làm hư hỏng đường ống và các bộ phận nối ống trong quá trình vận chuyển, đặc biệt là đối với các ống có đường kính lớn rất dễ bị bóp méo và hư hỏng. Các đường ống được phủ lớp chống ăn mòn không được lăn và kéo lê trên đất. Có thể dùng các đai làm từ vải bạt hoặc các vật liệu không có tính bào mòn khác, các móc ống có thiết kế đặc biệt khi di chuyển các loại ống này.

Các lỗ, rãnh và vết khía trên đường ống có thể là nguyên nhân làm hỏng ống sau này, do vậy cần tránh các khuyết tật này. Các lỗ và rãnh có thể được khắc bằng cách mài nếu bảo đảm các chỉ tiêu kỹ thuật về bề dày đường ống và được giám sát chi tiết bằng các qui trình phân tích khuyết tật.

Các vết khía sâu vào đường ống là loại khuyết tật cần phải tránh tối đa. Đặc biệt khi chúng có trên các vùng tập trung ứng suất như các vết trầy, rãnh hoặc vết cháy do hồ quang thì chúng phải được cắt bỏ. Điều này được áp dụng tương tự cho các khuyết tật dạng rãnh có kèm theo biến dạng về độ tròn của ống.

4.2 Quá trình rải ống

Quá trình rải ống và uốn ống bao gồm quá trình xử lý ống và đặt các đoạn ống đúng vị trí dọc theo chiều dài của tuyến thi công ống về một phía của rãnh để chuẩn bị cho quá trình hàn ống.

Quá trình hàng ống có thể áp dụng phương pháp hàn kép bằng phương pháp SAW được cơ giới hoá gần như hoàn toàn. Ống được hàn sau khi đã được vát cạnh và có thể hàn trong hai hoặc ba giai đoạn hàn khác nhau.

Các đoạn ống đơn hoặc ống đôi được rải dọc tuyến ống bằng các phương tiện chuyên chở đặc biệt và phải lưu ý bảo đảm chiều dài chính xác các đoạn ống được đặt ở các vị trí khác nhau nhằm tránh việc xử lý không cần thiết các ống dư.

Ống được rải ở phía ngược với vật liệu được đào lên bằng các máy kéo cần cẩu hông có đai được thiết kế thích hợp. Các ống nên được đỡ bằng các giá gỗ để tránh làm hư lớp phủ.

Các công việc nâng ống, hàn ống, phủ ống và đặt ống vào rãnh được thực hiện một cách liên tục theo trình tự được kiểm soát bằng các đơn vị rải ống. Các đơn vị rải ống thường bao gồm các thiết bị như máy kéo, cần cẩu. Các đơn vị

hàn ống có thể bọc ống sau khi hàn, kiểm tra chất lượng mối hàn và lớp phủ lắp đặt ống vào rãnh.

Các đơn vị rải ống có thể trải dài trên phạm vi đến 0,5km và có thể bao gồm tối thiểu 6 xe kéo cần cẩu hông để hỗ trợ cho việc hạ ống vào rãnh an toàn và hiệu quả. Do yêu cầu về thời gian thi công có thể có nhiều đơn vị rải ống phân bố trên các đơn vị khác nhau trong tuyến ống. Tại các vị trí đặc biết khó thi công có thể phải có đơn vị rải ống đặc biệt sử dụng các kỹ thuật lắp đặt chuyên dụng nhằm thoả mãn về mặt năng suất thi công cho tốc độ rải ống chung trên toàn tuyến.

4.3 Quá trình uốn ống

Một trong các công việc đặc biệt trong quá trình rải ống là uốn ống để thay đổi hướng ống theo các điều kiện địa hình đặc trưng. Có thể cho phép uốn ống theo phương thẳng đứng với bán kính cong sao cho ống không chịu ứng suất uốn vượt quá 85% ứng suất bền cho phép.



Vị trí ống bị uốn cong

Các quá trình uốn ống theo phương ngang cần được thực hiện bằng thiết bị cơ giới chuyên dụng tại nhiệt độ tự nhiên với bán kính cong tối thiểu phải gấp 40 lần bán kính của ống. Nếu vượt quá giới hạn này quá trình uốn nguội không được phép và phải thực hiện uốn nóng tại xưởng sản xuất với các trục uốn để đảm bảo các kích thước yêu cầu. Lưu ý rằng quá trình gia nhiệt có thể ảnh hưởng xấu đến các tính chất cơ học của ống và cần phải phục hồi các tính chất này sau khi hoàn tất quá trình uốn ống.

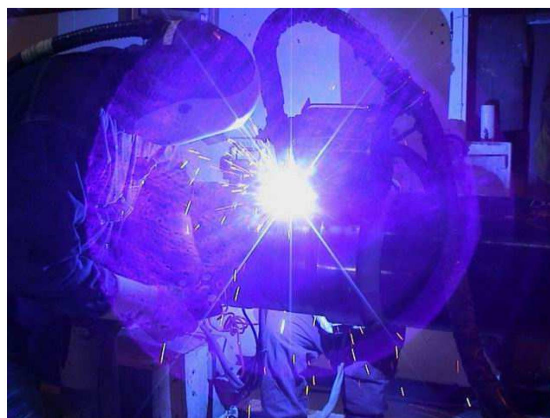
Các kích thước của đoạn ống uốn cần được chỉ định cụ thể để có thể thoả mãn dung sai lắp đặt (sắp xếp ống hoặc hàn ống) và các yêu cầu cho quá trình chạy thử/vận hành đường ống (phóng thoi).

Đối với các đoạn ống cong ngắn, chúng thường được chế tạo bằng phương pháp định hình nóng tại nhà máy sản xuất ống.

Thông thường nếu lựa chọn tuyến ống một cách đúng đắn thì số lượng các đoạn ống cong đặc biệt có thể được giảm đến tối thiểu, khi đó chỉ còn các đoạn ống cong thường được uốn trực tiếp tại công trường.

5. Quá trình hàn ống

Trước khi tiến hành nối các đoạn ống lại với nhau phải sử dụng thiết bị thông ống chạy qua chỗ nối để làm sạch ống khỏi các vết bẩn và các vật


Hàn ống

bám theo đường ống. Khi kết thúc quá trình hàn ống vào cuối ngày cần dùng các tấm thép hoặc nút bịt chặt phần hở chưa hoàn tất của ống để tránh sự xâm nhập từ bên ngoài của các vật thể lạ và nước.

Các đoạn ống nối thông thường nằm giữa hai đoạn ống cong hoặc nằm giữa các điểm cắt nhau đặc biệt, khi đó sẽ xuất hiện các đoạn tách rời trên tuyến ống về mặt hàn ống và đặt ống. Nếu các đoạn phân cách ống như vậy không xảy ra thì chiều dài một đoạn ống không nên vượt quá khoảng 30 km để nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình thử thuỷ lực cho các đoạn ống đã hoàn tất vì đoạn ống càng dài thì việc phát hiện các vị trí rò rỉ càng khó khăn hơn.

Quá trình hàn ống có thể được thực hiện bằng nhiều cách khác nhau. Các đoạn ống cần hàn được nâng cao bằng các xe kéo cần cẩu và được giáp mối với phần ống đã được hoàn tất. Hai cuối đầu ống được giữ ở vị trí cần thiết bằng các thiết bị định vị nằm bên trong ống. Trước khi thực hiện việc định vị ống cần phải làm sạch và vát cạnh bằng các thiết bị cơ giới.

Mối hàn đầu tiên là mối hàn nền được thực hiện một hoặc hai thợ hàn bằng phương pháp hàng từ trên xuống. Khi đã hoàn tất mối hàn này bộ phận định vị ống được tháo ra khỏi ống sau đó ống được kẹp chặt đúng vị trí rồi tiếp tục hàn mối thứ hai gọi là mối hàn nóng, mối hàn này được thực hiện bằng đội hàn riêng biệt với phương pháp hàn tương tự như trên và càng nhanh càng tốt, sao cho nhiệt độ của ống không bị giảm thấp quá sau khi vừa kết thúc mối hàn nền đầu tiên.

Các mối hàn làm đầy còn lại được thực hiện bằng các đội hàn riêng biệt với số lượng thợ hàn phụ thuộc vào kích thước và bề dày thành ống. Bằng phương pháp này, các đơn vị rải ống có thể di chuyển dọc theo tuyến ống với vận tốc ổn định sao cho các đội thợ hàn có thể tập trung làm việc trên các đoạn ống đủ ngắn.

Các qui trình hàn, chất lượng thợ hàn, và phân tích mối hàn sao cho các mối hàn có tính chất cơ học thích hợp và đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn API 1104 cho công nghiệp dầu khí và hóa chất.

Điều quan trọng là quá trình hàn nên được thực hiện sao cho chất lượng của mối hàn hoàn tất không bị làm yếu và hỏng bởi các điều kiện thời tiết bên ngoài.

Các trạm hàn nên được bảo vệ khỏi mưa, gió và cát bằng các mái che di động. Các phương pháp thử nghiệm không phá hủy mẫu bằng tia phóng xạ hoặc siêu âm được thực hiện theo tiêu chuẩn API 1104 hoặc BS 4515.

Tùy vào độ lớn ứng suất phải chịu khi vận hành và tính chất sản phẩm vận chuyển trong đường ống để thiết lập mức độ thử nghiệm thích hợp. Ví dụ đường ống vận hành tại ứng suất bằng 20% ứng suất cho phép thì chỉ cần thử nghiệm ngẫu nhiên 10% tất cả mối hàn sau khi đã hoàn tất công việc thẩm định chất lượng của các thợ hàn.

Tại các vị trí đặc biệt thường yêu cầu thử nghiệm 90% tất cả mối hàn, ví dụ tại các điểm cắt ngang qua sông, đường cao tốc công cộng, đường sắt … Tất cả các vị trí chờ nối ống cần phải thử nghiệm mối hàn 100%.

Các vết cháy do hồ quang tạo ra các điểm tập trung ứng suất nguy hiểm cho đường ống nên cần phải giảm thiểu.

Việc sửa chữa các mối hàn phải tuân thủ theo các qui trình chuẩn.

Với các đường ống có bề dày trên 32mm có thể phải thực hiện quá trình gia nhiệt trước khi hàn và xử lý nhiệt loại bỏ ứng suất dư sau khi hàn. Các quá trình chi phí cao như vậy có thể tránh được nếu trong giai đoạn thiết kế chi tiết sử dụng ứng suất bền và thành phần vật liệu luyện kim thích hợp.

Trong việc xây dựng các đường ống lớn thường sử dụng các thiết bị hàn đủ cho lượng thợ hàn lên đến 8 người và được thực hiện trên các xe kéo tạo khả năng di động tương tự tất cả các thiết bị khác trên tuyến ống.

6. Phủ ống và hạ ống xuống rãnh

Đường ống thường được phủ tại nhà máy chế tạo ống do vậy chỉ các đầu ống trần cho khu vực hàn cần được làm sạch và phủ sau khi quá trình hàn hoàn tất. Tuy nhiên có thể xảy ra trường hợp ống được cung cấp ở dạng trần do vậy cần được làm sạch, sơn lót và phủ lớp phủ chống ăm mòn.



Hạ ống xuống rãnh

Các công việc này được thực hiện bằng các thiết bị chạy dọc theo đường ống, tuy nhiên chúng sẽ không phù hợp khi điều kiện thời tiết bên ngoài làm cho ống không thể khô hoàn toàn hoặc khi có các vật chướng ngại trên tuyến ống làm cho các thiết bị này không thể vận hành với chiều dài ống hợp lý.

Có thể thực hiện quá trình phủ ống nóng bằng các thiết bị chuyên dụng và vật liệu thích hợp.

Các dải băng quấn cho ống có thể được thực hiện một cách dễ dàng và không đòi hỏi thiết bị chuyên dụng tuy nhiên chúng dễ bị hư hỏng do các tác động cơ học và dễ bị nhiễm ẩm tại các chỗ chồng lên nhau của hai lớp băng quấn.

Công việc phủ ống nên được thực hiện ngay sau khi làm sạch và sơn phủ ống.

Các xe kéo cần cẩu hông nâng các đường ống có lớp phủ được trang bị các giàn đỡ có bánh quay để đường ống có thể được đưa vào rãnh khi các xe này di chuyển về phía trước dọc theo tuyến ống.

Nếu đất dọc tuyến ống có nhiều đá, đáy của rãnh phải được lót cát để tránh làm hỏng lớp phủ. Các lớp vật liệu phủ bổ sung, ví dụ “lớp phủ bảo vệ tác động của đá” có thể tác dụng cho mục đích này.



Sơn phủ ống

Tất cả các lớp phủ phải được kiểm tra khuyết tật bằng thiết bị dò bằng dòng điện theo chu vi dọc theo đường ống trước khi ống được hạ xuống rãnh. Các thiết bị dò này sử dụng một điện áp cao và sẽ gây hiện tượng phóng điện tại các chỗ hở hoặc khuyết tật trong lớp phủ đường ống.

6.1 Các đoạn nối tại công trường

Các đường ống sử dụng loại ống được phủ sẵn và có một khu vực ống trần cần phải phủ tại công trường lắp đặt ống sau khi hoàn tất quá trình hàn. Khuyến cáo chung là sử dụng vật liệu giống hoặc tương thích với vật liệu của lớp phủ nguyên thủy.

Thường điều này rất khó thực hiện, đặc biệt với lớp phủ bằng PE và các vật liệu khác mà quá trình sử dụng không được phép do tính độc hại của chúng. Trong trường hợp như vậy, lớp phủ bằng băng quấn ở nhiệt độ thường được sử dụng.

Cho dù sử dụng phương pháp nào đi nữa thì bề mặt kim loại cũng phải được xử lý đến mức độ tương đương với đường ống được sản xuất trong nhà máy.



Nối ống tại công trường

Với các đường ống có lớp phủ cách nhiệt cần phải quan tâm đặc biệt để bảo đảm tính liên tục và ổn định của lớp phủ này. Điều quan trọng nhất là các lớp phủ tại công trường xây dựng phải không liên kết quá yếu đến mức hơi ẩm có thể xâm nhập vào gây ra các vết nứt trong lớp phủ cách nhiệt.

6.2 Quá trình hạ ống xuống rãnh

Trước khi tiến hành các công việc liên quan đến quá trình hạ ống xuống rãnh cần lưu ý đặc biệt đến tính thích hợp của rãnh để cho phép có thể hạ ống xuống mà không làm hư hỏng lớp phủ và ống được đỡ hợp lý bằng đáy rãnh bằng cách loại bỏ đá, các ụ đá nhô lên hoặc các vật thể khác có thể gây hỏng lớp phủ ở phần đáy của rãnh.

Không cho phép lẫn đá và các vật liệu tương tự trong giai đoạn này và các hư hỏng nếu có phải được sửa chữa ngay lập tức.

7. Quá trình lấp rãnh



Quá trình lấp rãnh

Quá trình lấp rãnh thường rất đơn giản, tuy nhiên cũng cần lưu ý vì một số lý do sau đây:

Các công việc liên quan đến quá trình lấp rãnh cần được thực hiện càng sớm càng tốt sau khi hạ ống xuống rãnh nhằm tránh hư hỏng ống và lớp phủ. Lớp vật liệu lấp

rãnh đầu tiên không được lẫn đá và các phế liệu xây dựng khác để tránh chúng không va đập trực tiếp lên ống.

Các mương thoát nước cắt ngang rãnh bị lấp khi bắt đầu đào rãnh phải được tái lập hiện trạng ban đầu khi bắt đầu lấp rãnh.

Trong các khu vực có đá dọc theo đường ống cần lưu ý đặc biệt để tránh làm hỏng đường ống và lớp phủ bảo vệ ăn mòn. Việc sử dụng các vật liệu cứng khi lấp ống có thể gây hư hỏng lớp phủ bảo vệ ống tương đương với trường hợp do đá tạo ra.

Thực tế, lớp phủ đầu tiên trên ống nền là đất xốp, không có đá để đường ống được phủ tối thiểu một lớp dày 150mm loại vật liệu này.

Sau khi đường ống được lấp kín, vật liệu phủ tiếp theo nên được đầm càng nhiều càng tốt về bề mặt đất khi hoàn tất quá trình này phải cao hơn bề mặt tự nhiên để cho phép quá trình lún sau này.

Do đường ống có thể được xây lắp trước khi tiến hành quá trình chạy thử đường ống vài tháng nên việc chạy thử hệ thống bảo vệ cathode từ giai đọan này là rất quan trọng giúp bảo vệ đường ống khỏi các tác động bất lợi từ môi trường bên ngoài.

8. Thi công tại các vị trí cắt ngang ống qua các khu vực đặc biệt

Các chỗ cắt nhau qua sông, đường sắt, đường bộ là các vấn đề khó nhất cần phải xử lý khi thi công lắp đặt đường ống và thường được hoàn tất sau cùng.

Các phương pháp xử lý vấn đề này phụ thuộc vào tình hình thực tế tại địa phương và được phân ra theo hai loại: có liên quan đến nước và không liên quan đến nước.

8.1 Chỗ cắt nhau qua khu vực có nước

Khi vượt qua sông hoặc suối, rãnh được đào qua đáy sông bằng các dây chuyền kéo cả hai bên bờ sông. Ống cắt ngang qua sông được chế tạo, thử nghiệm và phủ bêtông trước, sau đó được nâng hoặc kéo vào rãnh đào trước đó. Nếu mực nước nông và đáy sông ổn định có thể sử dụng bằng các xe kéo cần cẩu hông.

Trong trường hợp vượt qua các kênh đào và mương cần sử dụng các kỹ thuật không làm ảnh hưởng đến tính tổng thể của dòng chảy. Các kỹ thuật này bao gồm làm đường hầm, khoan ngang… mỗi phương pháp có giới hạn riêng của chúng phụ thuộc vào các điều kiện đất và chiều dài của phần cắt ngang.

Thực tế thường thi công theo cách phủ thêm lớp bêtông bên ngoài hoặc sử dụng các tấm đệm nặng dè lên trên ống trong quá trình lắp đặt.


Thi công đường ống tại khu vực có nước

Tùy thuộc vào chiều rộng của chỗ cắt qua, ống có thể được đặt vào rãnh đào trước bằng

các xà lan có cần cẩu và các thanh trược hoặc các xà lan neo cố định được trang bị xe kéo cần cẩu hông. Trong mọi trường hợp ống phải được thử thủy lực trước khi tiến hành lắp đặt.

Tại các vị trí cắt qua cửa sông hoặc sông có chiều rộng lớn đường ống được chế tạo trên các ổ lăn ở một phía của chỗ cắt ngang và sau khi thử nghiệm được kéo qua sông bằng các hệ thống tời đặt ở bờ đối diện. Trong khi kéo, ống được giữ cho nổi trên mặt nước bằng các phao được xắp xếp dọc theo chiều dài ống. Đây là quá trình phức tạp và phải được thực hiện trong thời điểm thủy triều hạ hoặc dòng chảy ở mức tối thiểu.

Có thể sử dụng cầu có sẵn để vượt sông nếu tuyến ống nằm gần cầu và có thể đạt được sự thỏa thuận với cơ quan hữu trách hoặc chủ sở hữu của cầu.

8.2 Chỗ cắt nhau qua đường bộ

Phần lớn các chỗ cắt nhau qua đường bộ được thực hiện bằng phương pháp cắt mở và đường đặt ống ở độ sâu lớn hơn thông thường do vậy cần có phương pháp đặt biệt để hỗ trở cho rãnh hoặc gờ tại nơi vượt qua.



Vị trí cắt nhau qua đường bộ

Nếu phương tiện có trọng tại lớn ống tại chỗ cắt nhau đó phải có bề dày lớn hơn so với thông thường. Trước khi lắp, rãnh ống phải được bảo vệ thích hợp và phải lắp đặt các bảng báo hiệu. Nên tránh sử dụng ống lót vì chúng làm giảm khả năng bảo vệ của ống cathode.

Nếu không được phép cắt mở, có thể sử dụng các kỹ thuật tạo đường hầm như khoan lỗ, nâng ống, đường hầm bêtông hoặc khoan định hướng. Ngoài phương pháp định hướng ra, các phương pháp còn lại đều yêu cầu phải có ống lót, trong trường hợp này cần có biện pháp đặt biệt để tạo môi trường không ăn mòn cho ống hoặc sử dụng anode hy sinh dạng dài.

9. Các vị trí hàn đoạn nối ống

Khi thực hiện công việc lắp đặt ống thường cần thiết phải có các đoạn ống không được nối trên đường ống. Các đoạn ống này phải được nối với nhau bằng các đoạn ống ngắn và chúng được gọi là đoạn ống nối.

Việc ngắt quãng đường ống trong quá trình lắp đặt có thể xảy ra do các nguyên nhân sau:

Một đoạn ống nằm dưới đường giao thông, đường sắt hay cắt qua sông chưa được hoàn tất.

Đoạn ống cong giữa hai đọan ống thẳng chưa được đo đạt và chế tạo.

Ống được để hở làm đầy nước cho thử nghiệm.

Các đọan ống được sử dụng làm ống nối được cắt chính xác và vát cạnh cho mối hàn. Sau khi hàn chúng được kiểm tra bằng tia X toàn bộ mối hàn, phủ lớp phủ và quấn bên ngoài trước khi lấp ống lại.

Do cần phải có được chỗ hở chính xác giữa các đầu ống được hàn trước đó nên cần phải đặt biệt thận trọng khi thực hiện hàn nối ống để đảm bảo không xuất hiện các ứng xuất dư trong quá trình này.

10. Phục hồi trang thái ban đầu

Khi hoàn tất cả các công việc và đường ống được lấp đất, mặt đất phải được đưa về trạng thái ban đầu để có thể tiếp tục các hoạt động nông nghiệp bình thường như trước và không để thấy được dấu vết của sự hiện diện hệ thống đường ống bằng quan sát thông thường.

Quy trình này trở thành một trong các giai đọan quan trọng nhất khi xây lắp đường ống. Tầm quan trọng của nó là tạo được suy nghĩ tốt nhất của cư dân xung quanh đối với sự hiện diện của đường ống. Quá trình này được tiến hành càng hoàn hảo càng tốt cả đối với các chủ tư nhân lận các công trình công cộng có liên quan đến quá trình xây lắp đường ống. Công việc này càng làm sớm càng tốt sau khi đã hoàn tất đường ống. Mục tiêu của quá trình này là trả lại hiện trạng càng gần so với ban đầu càng tốt.

Với các khu đất nông nghiệp, việc khôi phục hiện trạng phải sao cho nhân dân canh tác bình thường mà không phải làm các công việc như lọai bỏ đá ra khỏi đất, các nhánh cây bị chặt, hoặc các phế liệu xây dựng khác và không cần sang bằng các gò mô tạo ra do quá trình xây lắp đường ống.

Các phế liệu của quá trình xây lắp phải được loại bỏ và xử lý sao cho không làm phiền đến các củ đất.

Các hàng rào bị cắt trong quá trình xây lắp phải được khôi phục như cũ. Tất cả các đường tạm, cầu tạm, ống dây điện ngầm, hàng rào ngăn gia súc và các thiết bị tương tự được sử dụng trong quá trình xây lắp phải được tháo bỏ, các phần không tháo để dành cho công nhân vận hành sau này phải được chấp nhận của các chủ đất.

Các biển báo hiệu nên được dựng tại các vị trí cắt nhau để chỉ rõ sự xắp xếp của đường ống và nên có đầy đủ thông tin để chỉ rõ chủ sở hữu, đường kính, bản chất sản phẩm vận chuyển, hướng chảy bình thường trong ống, và các vị trí chỗ cắt nhau. Số điện thoại để liên lạc trong trường hợp khẩn cấp cũng nên thể hiện trong các biển báo này.

Các biển báo bổ sung có thể cần thiết để chỉ rõ tuyến ống cho các đội tuần tra ống. Công việc lắp đặt các biển báo như vậy nhất thiết phải có sự đồng ý của chính quyên địa phương.

11. Các kỹ thuật đặc biệt sử dụng trong thi công đường ống

Số lượng các kỹ thuật đặc biệt sử dụng trong xây lắp đường ống tùy thuộc vào loại đất mà đường ống đi qua.

11.1 Phương pháp nổ đá

Các loại đá mềm thông thường có thể được đào bằng các máy xúc lật tiêu chuẩn. Tuy nhiên trong trường hợp có đá vôi và các loại đá cứng khác có thể phải sử dụng thuốc nổ để đào rãnh.

Kỹ thuật được sử dụng trong trường hợp này tương tự với các công việc nổ đá bất kỳ khác. Sau khi đào một loạt các lỗ dọc đường làm rãnh, thuốc nổ được cho vào lỗ với lượng thích hợp sau đó gắn ngòi kích nổ, phá đá trong khoảng cách đã chọn. Các vật liệu tạo ra sau quá trình nổ được dời đi bằng máy xúc thông thường hoặc bằng các thiết bị đào khác.

11.2 Thi công qua đầm lầy

Các đường ống nằm qua đường lầy tương tự các đường ống ngoài khơi được xây dựng bằng các xà lan đặt ống. Tuy nhiên trong trường hợp này sử dụng xà lan có kích thước nhỏ hơn nhiều gọi là xà lan đầm lầy.



Kéo ống qua đầm lầy

Đường đi qua đầm lầy thường được phát quang bằng xà lan riêng biệt có trang bị các thiết bị dùng để phát quang cây cối trong đầm lầy và nếu cần thiết có thể đào rãnh bằng phương pháp nạo vét.

Đường ống được chuẩn bị trên bờ, thường là hàn kép, được phủ lớp chống ăn mòn và khi cần thiết là lớp phủ trọng lượng bêtông trước khi được đưa lên xà lan. Quá trình hoàn tất được thực hiện trên xà lan và vùng mối hàn được phủ trước khi ống được đưa qua bệ đặt biệt ở đuôi xà lan và đặt ở rãnh đã được đào trước đó

Loại công việc này là lý tưởng đối với các ống nằm qua các đầm lầy có nhiều cây đước nơi không thể thực hiện quá trình kéo một chiều dài ống liên tục vào đúng vị trí như trường hợp thi công ở vùng nước không có giới hạn về không gian.

11.3 Thi công qua các vùng cực

Do ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường xung quanh thường xuyên thấp và độ xốp của lớp tuyết trên bề mặt, việc xây lắp đường ống cần lưu ý đến các đặc điểm:



Đường ống ở vùng cực

- Kết cấu bệ đỡ cho đường ống.
- Kết cấu lớp phủ cho đường ống.
- Đường vận chuyển thiết bị và vật tư cho thi công.
- Thiết bị thi công trong điều kiện tương ứng.

11.4 Thi công qua các cồn cát

Hiện tượng này xảy ra khi xây lắp đường ống tại sa mạc chẳng hạn.

Các cồn cát có đặt tính thường xuyên di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác, do đó tạo ra sự bất ổn định về độ cao của nền.

Nếu phương án cắt qua các cồn cát quá tốn kém, nghĩa là chiều dài của đường ống tăng đáng kể thì đường ống phải đi qua các cồn cát đó. Trong trường hợp này, đường ống phải được thiết kế có khả năng chịu được mức độ cao nhất của trạng thái dầm tự do trong các khoảng cách càng lớn càng tốt. Đường ống khi lắp phải có được cấu hình nằm trên cát, sau đó một số chỗ sẽ được cát chôn vùi và số khác nằm treo tự do giữa hai cồn cát.

Mặt khác đường ống sẽ chịu quá trình bào mòn do các luồng cát di chuyển do đó phải được thiết kế để chống lại hiện tượng này.

12. Sự an toàn

Sự an toàn của toàn bộ hệ thống đường ống phụ thuộc nhiều vào các tiêu chuẩn và chất lượng của các thử nghiệm thực hiện trong tất cả các giai đọan thi công xây lắp đường ống hơn là phụ thuộc vào các điểm đặc trưng đơn lẻ khác.

Chủ đầu tư và nhà thầu xây lắp đường ống phải có đội ngũ tư vấn đủ khả năng để đảm bảo rằng các khuyến cáo của các quy chuẩn quy phạm và tiêu chuẩn được tuân thủ hoàn toàn.

Có một số các công việc xảy ra trong quá trình xây lắp đường ống cần phải xem xét đặc biệt về độ an toàn, mặc dù trong tất cả các dự án xây dựng vấn đề an toàn luôn là xem xét hàng đầu tại nơi thi công.

Hai hoạt động liên quan đến quá trình tạo rãnh thường có nguy cơ gây nguy hiểm là quá trình nổ đá và quá trình đào bằng máy.

Quá trình nổ đá được sử dụng để đào rãnh hoặc làm bằng phẳng tuyến ống. Tất cả các cư dân tại các nhà ở lân cận khu vực diễn ra quá trình nổ phải được thông báo để có sự cảnh giác thận trọng thích hợp.

Các lỗ cho thuốc nổ nên được che phủ nếu cần để không làm hư hỏng đường dây cấp điện thoại. Không nên sử dụng phương pháp dùng thuốc nổ trong trường hợp có thể gây nguy hiểm cho các công trình ngầm hoặc cáp điện ngầm, các đường ống nước và khí.

Quá trình đào bằng thiết bị xúc hoạt bằng các máy đào cơ học khác cũng có thể làm hư hỏng các công trình ngầm đặc biệt là đường dây điện ngầm. Trong trường hợp này nên có bản đồ tỷ lệ tốt nhất cho khu vực có thể có các công trình ngầm trước khi thi công đường ống và có thể phải đào bằng tay nếu cần thiết.

Chương 7

BẢO VỆ VÀ CHỐNG ĂN MÒN CHO HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG

Hiện tượng ăn mòn là một loại hư hỏng của hệ thống đường ống, nó chiếm khoảng 20-25% những sai hỏng được ghi nhận, và thường rất nguy hiểm. Các biện pháp đo đạt cần được thực hiện thường xuyên đển ngăn chặn quá trình ăn mòn hoặc dùng sử dụng khí phát hiện nguy hiểm để tránh thảm hoạ. Những hư hỏng do tác động của ngoại lực như hoạt động đảo đắp, neo giữ, lắp đặt không đúng hay lỗi vật liệu được đánh giá quan trọng hơn. Tuy nhiên, hệ thống ống khi bị ăn mòn sẽ giảm khả năng chống chịu lại những ngoại lực trên hay làm nghiêm trọng thêm những điểm yếu trong vật liệu hoặc kết cấu. Ngăn chặn quá trình ăn mòn cần được quan tâm đến trong toàn bộ quá trình: từ thiết kê, lắp đặt, thử nghiệm và trong suốt thời gian hoạt động. Một khi quá trình ăn mòn đã xảy ra, việc giảm thiểu tác động của nó lên sự toàn vẹn của hệ thống là rất khó khăn.

Thường sự tách biệt giữa dự án và vận hành gây khó khăn cho việc kiểm soát ăn mòn. Dự án thường cố gắng trong việc tạo ra một hệ thống đường ống có khả năng làm việc trong khung thời gian và tài chính cần thiết. Như vậy, quá trình vận hành có thể phải nhận một hệ thống không tối ưu và chi phí chống ăn mòn rất cao. Luôn luôn tồn tại một cân bằng giữa nguồn vốn và chi phí vận hành, do đó cần phải phân tích cẩn thận để lựa chọn phương pháp chống ăn mòn để đạt được cân bằng kinh tế tốt nhất. Khó khăn lớn nhất trong việc đánh giá về kinh tế là sự không chắt chắn về tuổi thọ và quá trình hoạt động của nó. Thông thường chi phí cho việc chống ăn mòn chiếm khoảng10-20% tổng vốn dự án và 0,3-0,5% chi phí vận hành.

1. Phân loại ăn mòn

1.1 Theo vị trí của quá trình ăn mòn

Hiện tượng ăn mòn đường ống được chia làm 2 loại là ăn mòn bên trong và ăn mòn bên ngoài.

- Quá trình ***ăn mòn bên trong*** phụ thuộc vào việc hoạt động của đường ống, được chia thành những loại sau :
  - Ăn mòn ngọt: Gây ra bởi sự hiện diện của carbondioxide tan trong lưu chất, hay còn gọi là ăn mòn carbonic acid, chủ yếu là ăn mòn cục bộ và ăn mòn lỗ.
  - Ăn mòn chua: Do hydrogen sulphide, quá trình này có thể gây ra hỏng hóc rất nhanh do làm nứt lớp thép của đường ống.
  - Nước trong đường ống: Quá trình ăn mòn do oxygen và nước.
  - Ăn mòn do sinh vật: Do quá trình phát triển của sinh vật trong dường ống.

- Quá trình ***ăn mòn bên ngoài*** chủ yếu là quá trình ăn mòn điện hoá.

1.2 Theo hình thái

- ***Ăn mòn thông thường*** **(**generalcorrosion): rất hiếm gặp trong thực tế, loại này rất dễ đo đạt và khống chế.
- ***Ăn mòn cục bộ*****:** Dạng ăn mòn rất thông thường, nó là quá trình ăn mòn diễn ra do những biến đổi của điều kiện môi trường. Quá trình này dễ khống chế và ngăn chặn. Tuy nhiên có thể khó khăn trong việc xác địng vị trí đo đạt.
- ***Ăn mòn lỗ*****:** Sự khác biệt giữa ăn mòn cục bộ và ăn mòn lỗ đôi khi gây nhầm lẫn. ăn mòn lỗ thật sự là do những vị trí ăn mòn cô lập hoàn toàn, phần lớn kim loại xung quang không bị ảnh hưởng. Đối với thép carbon, những lỗ này có khuynh hướng lớn lên theo hình bán cầu và vài lỗ chồng lên nhau tạo ra vùng ăn mòn lớn hình vỏ sò. Đối với thép hợp kim chống ăn mòn, những lỗ này thường có đường kính nhỏ nhưng ăn sâu và thường tạo thành cụm.
- ***Dạng Intergranular*** **(**nổi sần sùi) rất ít gặp đối với thép carbon trừ khi có sự không đồng nhất tại những vị trí có mối hàn, thường gây ra do sulphide và nitrate, nhưng loại thép hợp kim rất nhạy cảm với loại ăn mòn này.
- ***Ăn mòn kết hợp với ứng suất gây nứt gãy*** (Street Cracking corrosion): một dạng ăn mòn mở rộng rất nguy hiểm, có thể hạn chế và ngăn chặn bằng cách cẩn thận và đúng đắn trong việc lựa chọn vật liệu, lắp đặt và vận hành. Quá trình ăn mòn diễn ra có sự kết hợp của ứng suất xuất hiện và tình trạng đặc biệt của môi trường. Thép đường ống có thể bị nứt trong môi trường chua (Hydrogen sulphide) hoặc đất có chứa nhiều carbonate. Hợp kim chống ăn mòn có thể bị nứt trong môi trường chloride.
- ***Nổi bọt*****:** xuất hiện trong môi trường chua, do có cấu trúc kim loại không đồng nhất trong thép, chủ yếu xảy ra trong các bồn chứa. Phản ứng ăn mòn giải phóng hydrogen nguyên tử và một số có thể xâm nhập vào cấu trúc của thép, sau đó kết hợp tạo thành phân tử khí hydrogen. Khí này do không thể thoát ra nên tập trung lại tạo nên áp suất cao gây ra những bọt xuất hiện trên bề mặt.
- ***Ăn mòn mỏi*****:** ít xảy ra ở đường ống. Bất cứ sự tạo thành ứng suất có tính chu kỳ nào cũng trở nên nguy hiểm nếu có sự hiện diện của tác nhân ăn mòn. Môi trường có sulphide đặc biệt nguy hiểm đố với loại này.
- ***Ăn mòn ngọt*****:** Lý do chính cần phải đánh giá về ăn mòn trong hệ nhiều pha chính là việc vận chuyển khí chưa xử lý, khí ẩm, khí-lỏng với hệ thống ống ngoài khơi. Đặc biệt với việc phát triển hệ thống mỏ vệ tinh, các loại khí không được xử lý ngay mà được vận chuyển đến một trung tâm xử lý riêng, có thể trên bờ hoặc ngoài khơi. Do vậy yếu tố cần xem xét ở đây là đường ống có thể làm với loại thép carbon thường hay phải thiết kế với loại vật liệu chống ăn mòn đắt hơn rất nhiều.

Ăn mòn ngọt chủ yếu ở dạng ăn mòn lỗ và ăn mòn cục bộ, vị trí đáy của đường ống chịu ảnh hưởng mạnh nhất. Bề mặt kim loại được bao phủ bởi một lớp filmsiderite nhưng thường xuyên bị phá vỡ cục bộ, tại những vị trí lớp film bị phá vỡ quá trình ăn mòn diễn ra nhanh hơn nhiều so với những khu vực có lớp film ổn định.

Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ăn mòn ngọt:

- Lượng nước hiện diện trong dầu, khí
- Diện tích kim loại tiếp xúc với nước
- Hiện diện của H_2S
- Hàm lượng muối chlorite (hàm lượng muối lớn làm tăng tốc độ ăn mòn nhưng nhanh chóng được bảo hoà)

Đối với hệ dầu-nước: Khi tỷ lệ nước trong dầu ít, và vận tốc di chuyển của dầu đủ lớn, nước bị cuốn theo dòng chảy của dầuvà không thấm ướt bề mặt thép nên không xảy ra quá trình ăn mòn. Khi vận tốc thấp hơn giá trị định mức, nước và dầu tách rời và bắt đầu xảy ra sự ăn mòn.Vận tốc này có thể ướt tính dựa trên nhiều yếu tố như sức căng bề mặt của dầu và nước, độ nhớt…đối với phần lớn loại dầu thô, vận tốc này khoảng 0,8m/s.

Lượng nước giới hạn có thể mang theo dầu trước khi trở thành pha liên tục được ước tính tuỳ theo loại và bản chất của dầu, khoảng 20-30% nước trong dầu thì không tạo ra quá trình ăn mòn.

Đối với hệ khí-lỏng: Trên 60^oC sự hiện diện của CO_2 dẫn đến sự hình thành lớp carbonate bảo vệ, ngăn chặn quá trình ăn mòn tiếp diễn, tuy nhiên lớp này dễ bị xói mòn, nếu tốc độ xói mòn thấp, thép sẽ tạo ra lớp carbonate khác để thay thế. Tuy nhiên khi vận tốc xói mòn cao, lớp carbonate thay thế không hình thành kịp thời, quá trình ăn mòn xảy ra, hiện tượng này gọi là ăn mòn-xói mòn(erosion-corrosion).

Từ những kinh nghiệm thực tế, vận tốc dòng chảy có thể đạt đến 20m/s, trên mức này mới bắt đầu nguy hiểm, tuy nhiên còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố gây nhiễu loại như mối hàn, đoạn nối (join), gờ nổi và đoạn cong.

- ***Ăn mòn do vật rắn trong đường ống:*** Sự hiện diện của những chất rắn trong đường ống, đặc biệt là kim lọai, có tác động rất lớn. Do nó phá vỡ lớp siderite làm quá trình ăn mòn diễn ra nhanh hơn và có thể gây ra thủng lỗ trong vài tuần, quá trình ăn mòn này gọi là ăn mòn-xói mòn. Đối với dòng chảy cho trước, hư hỏng thấy rõ nhất tại những vị trí cong hay những khu vực có dòng chảy rối cao. Do đó việc kiểm tra mức độ cát trong dòng chảy tại những tốc độ khác nhau là cần thiết. Một lượng nhỏ cát khoảng 3-5lb /1000lbs có thể bỏ qua, khi lượng cát lớn hơn mức độ đó cần phải có biện pháp giảm thiểu.

Đối với đường ống dẫn khí, sự có mặt của cát cũng gây tốc độ ăn mòn tăng cao và được tính toán tương tự.

- ***Ăn mòn chua:*** Ăn mòn chua xuất hiện trong đường ống khi lưu chất chứa hydrogen sulphide, mức độ của sulphide để đánh giá là chua không được định nghĩa chính xác nhưng thường được chấp nhận khi áp suất riêng phần của nó là 0,05psi (0,34Kpa). Ăn mòn do sulphide gây ra có những dạng sau:

  - Ăn mòn lỗ từ sự lắng đọng của cathod acid rắn
  - Ăn mòn lỗ tại những vị trí lớp filmsulphide bị phá vỡ
  - Nứt gãy do ứng suất ăn mòn sulphide
  - Nứt gãy-tạo bọt do áp suất hydro

- ***Ăn mòn điểm :*** Sulphide rắn hình thành từ phản ứng của lưu chất với sắt trong quá trình ăn mòn hay phản ứng với những kim loại nặng trong lưu chất, chủ yếu là sắt sulphide, một ít magan sulphide (MnS) và kẽm sulphide, các

sulphide rắn này trở thành cực dương so với sắt và hình thành quá trình ăn mòn điện hoá khi cùng bám trên bề mặt. Mỗi phân tử sắt sulphide chỉ có tính chất phá huỷ đối với một khối lượng nhất định kim loại, sau khi hết số đó chúng trở nên hoạt động. Điều này được giải thích dực một phần trên sự hấp thụ H_2 vào mạng tinh thể sulphide, và một phần dựa trên sự hình thành hydroxyt bọc lớp sulphide.

Trong lưu chất chua có nồng độ kim loại nặng thấp, hydrogen sulphide phản ứng với kim loại trên bề mặt hình thành lớp màn sulphide. Lớp film này có tác dụng ngăn chặn được sự ăn mòn tiếp tục đối với các kim loại bên trong, tuy nhiên nếu lớp film bị trốc và để lộ kim loại, tại đó sẽ hình thành một pin galvanic với cực âm là phần kim loại bị lộ ra, cực dương là toàn bộ phần lớp film sulphide, làm tốc độ ăn mòn diễn ra rất nhanh, lớp film mới không có khả năng tạo thành.

Trong môi truờng chua nhẹ, lớp film được tạo thành từ hỗn hợp siderite và sắt sulphide, phần % của sắt sulphide trong hỗn hợp tăng dần khi nồng độ hydrogen sulphide tăng và đạt 100% khi nồng độ hydrogen sulphide đạt 100ppm, và tại nồng độ này các dạng ăn mòn khác như nứt gãy do hydrogen hay tạo bọt trở nên nghiêm trọng. Khi nồng độ sulphide thấp nó có khả năng làm giảm ăn mòn ngọt do tăng sự dẻo dai của lớp siderite, khả năng bảo vệ này được đánh giá tốt ở nhiệt độ cao, tuy nhiên điều đó không đáng tinh cậy vả có thể dẫn đến ăn mòn lỗ. Những yếu tố ảnh hưởng đến sự ổn định của lớp filmbao gồm nồng độ muối, chu kỳ nhiệt độ và cấu trúc kim loại.

Nứt do ứng suất ăn mòn của Hydrogen sulphide: Sulphide stress corrosion cracking (SSCC) là một dạng nứt do ứng suất ăn mòn. SSCC hình thành do tác động làm dòn cứng kim loại của hydro, nó kết hợp tác động của ứng suất và môi trường chua lên vật liệu cứng. Vấn đề này xảy ra khi acid phản ứng với kim loại giải phóng hydro tại bề mặt kim loại.

Hydro tạo thành theo các bước sau:

- Khuyếch tán các ion đến bề mặt kim loại
- Ion hydrogen nhận một electron và tạo thành nguyên tử hydrogen
- Nguyên tử hydrogen xâm nhập vào bề mặt
- Sự kết hợp của nguyên tử hydrogen tạo thành phân tử hydro

Những nguyên tử hydrogen xâm nhập vào thép và tập trung tại những chỗ trống trong thép, những chỗ trống này là chỗ khuyết tật của tinh thể kim loại. Phần lớn những lỗ trống xuất hiện tại những chỗ có ứng suất cao do sự trượt lên nhau của những nguyên tử kim loại. Hydrogen xâm nhập và làm thép trở nên cứng do ngăn cản quá trình giải toả ứng suất.

Khi xuất hiện những cong-uốn cục bộ, nếu ứng suất vượt quá giá trị chuẩn thép trở nên dòn và ứng suất lớn không được giải toả theo mạn tinh thể kim loại.

Quá trình gãy chia thành hai giai đoạn: giai đoạn bắt đầu và lan truyền rộng, cả hai giai đoạn này đều không định lượng được.

Quá trình chuẩn về mức độ của hydrogen sulphide gây ra SSCC là khoảng 0.05psia (áp suất riêng phần)

Nứt gãy do hydrogen: Đây là một dạng tạo thành bọt, còn gọi là một quá trình nứt gãy do hydrogen, nứt bậc thang… Nguyên tử hydrogen khuyếch tán vào thép và bị hấp phụ bởi mangan sulphide trong thép. Tại đó những nguyên tử

hydrogen kết hợp lại tạo thành phân tử, những phân tử này không thể thoát ra ngoài, tập trung lại và gây ra áp suất cao đủ để hình thành những chổ nứt gây ra bên trong thép. Những vết nứt nhỏ lớn dần lên và nối lại với nhau thành vết nứt lớn.

Một khi quá trình HIC diễn ra, SSCC có thể thâm nhập vảo cấu trúc của kim loại dẫn đến những vết nứt lớn hơn. Đường ống bị ăn mòn dạng này vẫn có thể hoạt động đến khi hệ thống đường ống mới thay thế, tuy nhiên hải giảm áp suất hoạt động để giảm thiểu tốc độ ăn mòn.

- ***Ăn mòn do nước trong đường ống***: Nước thường được bơm vào mỏ dầu để bảo đảm áp suất, đồng thời hỗ trợ trong việc hướng dầu đến mỏ sản xuất. Thành phần ăn mòn chính trong nước biển là oxigen, nếu sử dụng nước ngầm thì không có oxigen, tuy nhiên có thể có CO_2 hoặc H_2S và có thể dẫn đến ăn mòn ngọt hay ăn mòn chua như phần trên.

Sản phẩm từ quá trình ăn mòn thép thường rất nhiều và có thể bịt kín phần bơm nước vào mỏ, oxygen được loại bỏ khỏi nước nhằm giảm thiểu quá trình ăn mòn. Nếu mỏ có dư khí có thể loại bỏ khí bằng phương pháp tách khí (gas stripping) hoặc có thể loại bỏ khí bằng phương pháp cơ học. Đối với quá trình dùng khí tách khí, nước và khí cho chảy ngược chiều nhau. Phương pháp này có hiệu quả cao trong việc loại bỏ oxy nhưng có thể dẫn đến việc acid hoá nước nếu carbondioxyt bị hấp phụ nhiều. Trong các biện pháp loại khí bằng cơ học, nước được bơm vào áp suất chân không, quá trình này ít hiệu quả hơn so với phương pháp tách khí và đòi hỏi sự hỗ trợ xử lý hoá học (những chất tách oxy như amonium bisulphide NH_4HS).

Nước biển thường được tách khí để giảm thiểu oxy, nồng độ mong muốn từ 5-10ppb, tuy nhiên ở một mức thấp như vậy tốc độ ăn mòn vẫn diễn ra rất nhanh.

- ***Ăn mòn do vi sinh vật*****:** Đường ống dẫn dầu và nước có thể chịu sự ăn mòn từ quá trình phát triển của vi khuẩn khử sulphate (SRB: sulphate reducing bacteria). Loại vi khuẩn này phát triển cùng với nhiều loại vi khuẩn khác. SRB là một loại vi khuẩn yếm khí, nó tận dụng nguồn acid béo có trong nước và sử dụng oxy có trong gốc sulphate để oxi hoá các acid béo. Những vi khuẩn này kích thích hoạt động của gốc sulphide và làm tăng cường qua trình ăn mòn sulphide.

Trong quá trình phát triển của vi khuẩn, pH môi trường tăng cao do sulphide kết hợp với nước tạo thành hydrogen sulphide, acid này di chuyển và tạo ra môi trường acid ở nơi khác. Do đó mặc dù vi khuẩn phát triển ở một nơi nhưng có thể gây ra những vấn đề ở nơi khác.

- ***Ăn mòn điện hoá*** **:** Ăn mòn điện hóa là một hiện tượng hoá học có liên quan chặt chẽ đến kim loại, quá trình ăn mòn xảy ra trong môi trường điện ly, tức là có sự hiện diện của nước như nhũ tương dầu, nước muối… Ăn mòn điện hoá chỉ xảy ra chủ yếu tại bề mặt bên ngoài của đường ống.

Tại khu anot, kim loại sắt (Fe) nhườn electron và tan vào trong môi trường điện ly. Electron này chuyển đến khu vực cathod, tại đây nó kết hợp với một tác nhân nào đó, ví dụ như oxy, carbonic, hydrosulphide, acid hữu cơ …

Phản ứng ở anod:	Phản ứng ở cathod:
$Fe - 2e \rightarrow Fe^{2+}$	$O_2 + 2H_2O + 2e \rightarrow 4OH^-$

2. Các phương pháp kiểm tra và phát hiện ăn mòn

Hư hỏng do ăn mòn có rất nhiều dạng và thường xuyên xuất hiện ngẫu nhiên ở những vị trí khác nhau, do đó việc xác định và kiểm tra ăn mòn là không dễ dàng và ít định lượng.

Có nhiều phương pháp xác định khác nhau, tuy nhiên lựa chọn phương pháp có hiệu quả nhất thì còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như môi trường, loại ăn mòn, độ tinh cậy của thiết bị. Để giảm thiểu tốc độ ăn mòn, các chuyên gia khuyên rằng nên tìm kiếm trước khi chọn lựa kỹ thuật xác định ăn mòn và cần thiết phải có sự hỗ trợ của các kỹ sư chống ăn mòn nhiều kinh nghiệm. Sử dụng các phương pháp kiểm tra khác nhau luôn mang lại kết quả tốt hơn.

Việc giữ lại kết quả kiểm tra ăn mòn rất cần thiết cho việc đánh giá tốc độ ăn mòn trong một thời gian dài và hỗ trợ cho việc lựa chọn hệ thống kiểm tra tương ứng.

2.1 Mẫu thử

Phương pháp thông thường nhất để xác định và kiểm tra ăn mòn bằng mẫu thử, một mẫu kim loại tương tự kim loại làm đường ống đặt trong vùng ăn mòn sau đó đem phân tích. Trong kỹ thuật này bao gồm việc sử dụng spool và thiết bị đặc biệt dò ăn mòn.

2.2 Coupon

Rất nhiều hệ thống đường ống vận chuyển và trong các nhà máy được kiểm tra độ ăn mòn bằng phương pháp Coupon. Một Coupon là một mẫu kim loại được đưa vào trong phép đo ăn mòn. Những Coupon được làm sạch và cẩn thận đưa vào hệ thống. Từ sự chênh lệch khối lượng, người ta xác định được tốc độ ăn mòn mm/năm. Coupon có nhiều hình dạng và kích thước khác nhau giữa bộ phận cách điện hoàn toàn với một phần kim loại còn lại.

Với một số công cụ khác, việc sử dụng Coupon là không thể phụ thuộc vào các yếu tố sau đây:

- Vị trí đặt Coupon: chú ý rằng việc sử dụng Coupon phản ánh tốc độ ăn mòn và sẽ tăng gấp năm lần khi đặt Coupon giữa ống so với thành ống. Do đó Coupon cần được đặt gần sát với vị trí cần chỗ nối, vùng chảy rối, co…

- Môi trường: Do tính chất của lưu chất ảnh hưởng lớn lên độ ăn mòn, ví dụ như Coupon có thể bị bao phủ một phần bởi một lớp parafin.

- Thao tác lắp đặt và thu hồi Coupon: phải đảm bảo Coupon chưa bị ăn mòn trước khi lắp đặt và hạn vế sự ăn mòn diễn ra sau khi tháo ra khỏi hệ thống. Cần tránh dấu tay bám trên bề mặt Coupon.

- Thời gian kiểm tra: là một yếu tố quan trọng, thời gian ngắn thường cho kết quả không chính xác do một số dạng ăn mòn như ăn mòn lỗ cần một vài tuần mới xảy ra.

Một số yếu tố khác như việc chuẩn bị, làm sạch cũng ảnh hưởng.

Sau khi cân và xác định khôi lượng mất mát, tốc độ ăn mòn được xác định như sau:

$$\text{mm/năm} = \frac{m.3650}{A.\rho.t}$$

Với m: là khối luợng kim loại bị mất(g)

A: tiết diện bề mặt (cm^2)

ρ: khối lượng riêng của kim loại(g/cm^3)

t: thời gian (ngày)

Giá trị tốc độ ăn mòn được tính từ lượng kim loại bị mất với giả thiết tốc độ ăn mòn đồng điều trên toàn bộ bề mặt của Coupon, điều này không đúng. Ngoài ra báo cáo cần thêm kết quả về khảo sát bề mặt của Coupon để xác định loại ăn mòn. Một số trường hợp tốc độ ăn mòn tính được ở trong khoảng giá trị có thể chấp nhận, tuy nhiên điều này không thể kết luận đối với ăn mòn lỗ, nhưng lỗ này tếp tục khoan sâu vào bề mặt kim loại trong một thời gian ngắn.

2.4 Khớp nối kiểm tra và trục quấn (test nipple spool)

Những khớp nối và trục quấn được chuẩn bị sẵn đưa vào đường ống như những Coupon lớn và thường có thời gian hoạt dộng khá lâu, khoảng vài tháng và thường kết hợp với những kỹ thuật đo khác. Nó thể hiện được mức độ ăn mòn cho toàn bộ bề mặt đường ống, và có thể đo được chiều sâu của những lỗ ăn mòn bằng cách cắt ra.

2.5 Đo bằng các thiết bị điện tử

Máy dò điện trở

Thiết bị đo điện trở corrosionmeter xác định lượng kim loại mất mát bằng cách đo mức tăng điện trở của những mẫu kim loại khi diện tích ngang của chúng bị giảm do ăn mòn. Mẫu thử hay đầu dò được làm từ kim loại tương tự như kim loại làm đường ống và được đưa vào qua đường vào đặc biệt. Sau đó giá trị điện trở sẽ được xác định khi đầu dò ở trạng thái cân bằng với môi trường (nhiệt độ và tình trạng bề mặt) tại những thời điểm cách điều. Những giá trị nhận được sẽ được chuyển đổi sang tốc độ ăn mòn bằng các dữ liệu và công thức do nhà sản xuất cung cấp.

Việc phân tích giá trị thu được gặp một số giới hạn giống như việc sử dụng Coupon. Ví dụ như đầu dò có thể bị một số chất bám, ngăn cản sự tiếp xúc với những chất trong môi trường ăn mòn.

Máy đo điện trở phân cực

Với máy đo điện trở phân cực, tốc độ ăn mòn là tốc độ tức thời. Trong phương trình này, hiện tượng điện hoá được gọi là điện trở phân cực tuyến tính được sử dụng.

Nếu một điện thế E của một mẫu kim loại được gắn với cường độ dòng điện tương ứng, một đường cong phân cực được ghi nhận. Tại điểm mà cường độ dòng điện bằng 0, tốc độ của đường cong phân cực được gọi là điện trở phân cực.

$$R_{pol} = \frac{dE}{(di)_{i=0}}$$

Khi cường độ dòng điện bằng 0, điện thế E bằng với điện thế ăn mòn.

Giữa điện trở phân cực và dòng điện ăn mòn có quan hệ như sau:

$$I_{corr} = \frac{B}{R_{pol}}\left(mA/cm^2\right)$$

Từ định luật Faraday, tốc độ ăn mòn bằng 11,6.i_{corr} (mm/năm)

Hằng số B phụ thuộc vào cơ chế ăn mòn và có giá trị riêng cho từng hệ. Theo phương trình trên, tốc độ ăn mòn có thể nhận được bằng cách đo R_{pol}. Trong thực tế, thiết bị có hai điện cực làm bằng kim loại với hệ thống được đưa vào môi trườn ăn mòn. Môt hiệu điện thế nhỏ (dE) khoảng 20mV, được áp vào hai điện cực, sau đó đo dòng dI. Cực được đổi ngược lại và lặp lại quá trình, từ hai giá trị dòng thu được, theo đồ thị chuyển đổi thành giá trị tốc độ ăn mòn.

Việc sử dụng thiết bị đo điện trở phân cực giới hạn cho những dung dịch dẫn điện do dòng điện phải di chuyển qua dung dịch khi đi từ cực này đến cực kia. Phương pháp này không áp dụng cho hệ gas hay dầu nhưng có thể đo cho hệ dầu - nước nếu nước là pha liên tục.

Máy dò Galvanic

Máy dò galvanic được làm từ hai điện cực kim loại khác nhau thường là đồng và sắt. Chúng được nối với nhau và được đưa vào hệ thống (bồn chứa hoặc đường ống). Sau khi các điện cực cân bằng với môi trường, một cường độ dòng điện được ghi nhận. Giá trị của cường độ dòng điện có liên quan đến tính ăn mòn của môi trường. Trong môi trường không có tính ăn mòn giá trị dòng thu được rất nhỏ còn trong môi trường có tính ăn mòn cao dòng đo được rất lớn. Phương pháp này sử dụng chỉ có tính định tính trong việc kiểm tra tốc độ ăn mòn của thiết bị:

- Nó chủ yếu được sử dụng để đo ăn mòn do oxygen tan trong dung dịch gây ra

- Ít được sử dụng đối với ăn mòn do CO_2 và H_2S

- Cũng có những giới hạn tương tự như những phương pháp trên.

Máy dò Hydrogen

Được cấu tạo bởi một ống thép có thành rất mỏng nối với một thiết bị đo áp, nó được chủ yếu sử dụng trong môi trường chua. Trong phản ứng ăn mòn hydrogen sinh ra khuếch tán qua thành ống thép, tại đó nó kết hợp thành phân tử, quá lớn được khuếch tán ngược trở lại, áp suất do phân tử hydrogen sẽ được đo và chuyển thành giá trị tốc độ ăn mòn. Thiết bị này có thể dùng đo ăn mòn một cách định tính hay bán định lượng và thường được kết hợp với nhiều phương pháp khác.

Hiện nay có những máy dò phức tạp hơn có thể đo được lượng hydro khuếch tán qua thành ống thiết bị.

2.6 Phân tích hóa học

Xác định hàm lượng sắt hòa tan

Một phương pháp dự đoán và đánh giá ăn mòn có hiệu quả là xác định lượng sắt có trong lưu chất thông qua mẫu lấy. Có một vài phương pháp để xác định sắt có trong mẫu và mẫu phải thỏa mãn các yêu cầu như:

- Thiết bị lấy mẫu phải thật sạch.

- Van lấy mẫu phải không bị rỉ và vấy bẩn, van này thường được làm bằng đồng để hạn chế yếu tố trên.

- Mẫu lấy phải đại diện cho toàn bộ lưu chất, khi muốn xác định tại một điểm nào đó, phải lấy mẫu càng gần điểm đó càng tốt.

- Thời gian hoạt động của mỏ, kết quả phân tích cho một mỏ mới hoạt động vài ngày với một mỏ đã hoạt động lâu là rất khác nhau.

- Độ ổn định của mỏ, tránh lấy mẫu khi mỏ mới được sữa chữa hay thay thế thiết bị

- Thành phần nước giống nhau ở mỗi lần lấy mẫu.

Phân tích sản phẩm ăn mòn

Phân tích hoá học sản hẩm ăn mòn và những chất bám trên hệ thống là một phần quan trọng trong việc kiểm tra ăn mòn. Mẫu có thể lấy từ Coupon, nipple hay trực tiếp từ hệ thống. Khi biết được thành phần những chất có trong hệ thống có thể giúp đánh giá và xác định vấn đề. Chú ý vị trí và tình trạng mẫu khi lấy là rất quan trọng, một số sản phẩm ăn mòn thường bị biến đổi về mặt hoá học khi di chuyển ra khỏi hệ thống. Ví dụ như sắt sulphide khi đưa ra không khí bị biến đổi thành oxyt sắt, điều này có thể dẫn đến những kết luận sai lầm.

Phân tích khí:

Những khí quan trọng trong đánh giá ăn mòn là CO_2, H_2S và O_2. Trong mỏ khí hoặc những thiết bị dùng khí, xác định 3 khí trên tương đối đơn giản nếu

chúng tập trung một lượng lớn. Trong mỏ dầu, xác định các khí khó khăn hơn. Sự có mặt của H_2S và oxygen ở lượng vết rất khó xác định nhưng rất quan trọng, một lượng vết H_2S có thể gây nứt gãy cho ống thép chịu lực cao.

2.7 Hoạt động của vi khuẩn

Hoạt động của vi khuẩn có thể gây ra nhiều vấn đề khác nhau, đặc biệt là trong các đường ống dẫn nước. Có một số phương pháp xác định hoạt động của vi sinh vật. Phương pháp quan trọng nhất là đếm số vi khuẩn. Mẫu có chứa vi khuẩn sẽ được nuôi cấy trong môi trường nuôi dưỡng đặc biệt sau đó sẽ được đếm và phân tích hoạt động để đánh giá mức độ ảnh hưởng của chúng đối với quá trình ăn mòn.

2.8 Thiết bị kiểm tra bề mặt

Kiểm tra bằng siêu âm:

Kỹ thuật siêu âm sử dụng năng lượng siêu âm để đo bề dày của vật thể bằng kim loại và xác định chỗ rạn nứt trong kim loại.

Thiết bị kiểm tra đường ống bằng điện tử:

Thiết bị này được gắn trên thoi, trong quá trình hoạt động của thoi nó sẽ ghi nhận tình trạng của thành ống.

Sử dụng tia phóng xạ:

Trong sản xuất dầu khí, phương pháp chụp ảnh bằng tia phóng xạ chủ yếu dùng để kiểm tra các mối hàn và bề mặt bên trong của đường ống và thiết bị.

3. Các phương pháp bảo vệ chống ăn mòn

Phương pháp bảo vệ chống ăn mòn đường ống bao gồm:

- Sử dụng vật liệu chống ăn mòn
- Sử dụng chất ức chế chống ăn mòn
- Bảo vệ bằng các lớp bao phủ
- Bảo vệ cathod bằng anod hy sinh

Bảo vệ bề mặt bên ngoài thường dùng các phương pháp bao phủ hoặc bảo vệ bằng cathode hay anod, bên trong thì dùng chất ức chế hay bao phủ.

3.1 Vật liệu chống ăn mòn

Vật liệu chống ăn mòn bao gồm các hợp kim chống ăn mòn và vật liệu phi kim.

Vật liệu phi kim

Vật liệu phi kim được sử dụng nhiều do hoàn toàn không bị ăn mòn, tuy nhiên ứng dụng còn hạn chế do những nhược điểm về khoảng nhiệt độ và áp suất hoạt động, khả năng chịu va chạm và rung động kém.

Một loại vật liệu phi kim trước đây thường được sử dụng là: GRE (Reinforced Epoxy) một dạng của plastic được gia cường bằng sợi thuỷ tinh, làm đường ống trên bờ với áp suất hoạt động thấp, nhưng hiện nay chủ yếu ứng dụng trong cấp thoát nước.

Hợp kim chống ăn mòn (CRAs)

CRAs được sử dụng khi thép carbon mangan không phù hợp để sử dụng, lý do chính là do lưu chất vận chuyển quá ăn mòn đối với thép carbon thường cho dù đã có những biện pháp chống ăn mòn khác như sử dụng chất ức chế hay lớp phủ thông thường.

Các CRAs được sử dụng thay thế hoàn toàn hoặc chỉ bao phủ bề mặt ống. Các loại CrAs thông dụng gồm có: thép không rỉ duplex (duplex stainsless steel), hợp kim nickel, ống thép carbon mangan được phủ thép không rỉ austenic và một số loại vật liệu khác như titan và hợp kim của nó. Thép không rỉ được sản xuất trên cơ bản thép carbon bằng cách giảm bớt lượng carbon, thêm vào các nguyên tố không rỉ như nickel, chromium.

Thép không rỉ martansiric

Được sử dụng chủ yếu trong ống vận chuyển dầu và van, vật liệu này được sản xuất từ thép carbon mangan thêm 13% chromium, hàm lượng Carbon giữa khoảng 0,15%, khả năng chống ăn mòn ngọt tốt, giá thành gấp 3 lần thép carbon thông thường, độ bền ở nhiệt độ thấp kém và rất khó hàn. Loại thép này thường được xử lý bằng nhiệt trước khi sử dụng để nâng cao cơ tính, được Kawasaki cải thiện bằng cách thêm vào một lượng nhỏ nickel, mangan và molipden, tính chống ăn mòn và khả năng hàn tăng lên rõ rệt

Thép không rỉ Austenic

Đây là loại thép khônng nhiễm từ được sử dụng chủ yếu trong những nhà máy chế biến và nhà máy về khí, hàm lượng những nguyên tố không rỉ khá cao từ 18%Cr, 8%nickel đến 27%Cr, 30%nickel và 3% molipden, khả năng chống ăn mòn cao, tuy nhiên dễ bị nứt gãy khi chịu ứng suất ăn mòn nếu có mặt chlorine (nồng độ giới hạn của chlorine là khoảng 50-100ppm ở nhiệt độ 60^oC). Nó được sử dụng chủ yếu làm lớp phủ bề mặt trong cho những đường ống, bể chứa hay những chi tiết nhỏ bằng vật liệu thép carbon. Thép không rỉ austenic nhạy cảm với nứt gãy, rất dễ hư hỏng trên diện rộng khi khả năng chống ăn mòn suy giảm. Giá thành gấp 4 lần thép carbon thông thường, khá dễ hàn. Tuy nhiên cần tránh hiện tượng carbin hoá ở mối hàn và vùng xung quanh do nhiệt độ cao làm giảm khả năng chống ăn mòn, tăng cường khả năng ổn định bằng cách giảm

hàm lượng carbon xuống khoảng 0,05% và thêm một số nguyên tố ổn định như titan hay niobi.

Thép không rỉ Duplex

Thành phần C: 0,03-0,05%; Cr:22-25%; Ni:5-6%; Mo:3-6%, giá thành gấp 6 lần thép carbon thông thường, dạng thép này gần như là một hỗn hợp của ferrite và austenic, khả năng chống gỉ tốt, khả năng hàn và độ bền cao hơn thép austenic.

Thép hợp kim cao nickel

Chi phí loại vật liệu này tương đối cao so với những loại khác, chủ yếu do hàm lượng của những nguyên tố chống rỉ cao. Hàm lượng như sau: Ni: 28-56%; Cr: 21-22%; Fe: 5-22%; Mo: 3-9%; Cu 2%; Nb 4%; Ti 1%. Khả năng chống ăn mòn rất tốt, thường thấy sử dụng trong việc sản xuất các acid mạnh. Đường ống vận chuyển ngoài khơi thường được phủ một lớp thép hợp kim cao, giá thành giảm tương đối, khoảng từ 7-10% thép carbon thông thường.

3.2 Lớp phủ chống ăn mòn

Là phương pháp chống ăn mòn hữu hiệu nhất hiện nay, thông thường sử dụng kết hợp với biện pháp bảo vệ cathod. Những đặc tính cần xem xét của vật liệu làm lớp phủ là: Khả năng bám dính, mềm dẻo, điện trở, khả năng cách nhiệt, chống chịu các tác động cơ học, tính chất vật lý hoá học ổn định, dễ sử dụn và bền trong môi trường.

Lớp phủ cho bề mặt ngoài

Vật liệu làm lớp phủ: Những loại vật liệu quan trọng dùng bao phủ bên ngoài như:

- Nhựa đường nóng
- PE và PP
- FBE
- Băng plastic
- Asphal mastic
- Epikote (một loại nhựa xiất phát từ than đá)

Giới hạn nhiệt độ sử dụng của những loại vật liệu trên theo bảng sau:

Loại vật liệu	Nhiệt độ tối đa
Nhựa đường	60
PE	65

PP	*
FBE	100**
Băng plastic	60
Asphalt mastic	60
Epikote	80

*: Nhiệt độ giới hạn trên chưa được shell thiết lập, nhưng có thể lấy khoảng 100°C

**: Chỉ đúng trong điều kiện môi trường khô ráo. Trong điều kiện ẩm ướt, nhiệt độ nên chỉ lấy ở 75°C

Nhựa đường (hoặc nhựa than đá): Được sử dụng khá lâu trước đây, dùng chủ yếu cho những đường ống bị chôn lấp hoặc đường ống ngoài khơi, thường được phủ trước khi vận chuyển và lắp đặt. Lớp phủ được tạo thành bằng cách cho nhựa đường nóng chảy tự do bên ngoài ống, không cần lọc tạp chất kỹ càng, bề dày cần đạt được ít nhất là 2,5mm cho đường ống trên bờ và ít nhất 5 mm cho đường ống ngoài khơi. Bên ngoài được phủ bằng lớp vải sợi thuỷ tinh để hạn chế tác động cơ học của đất đá và quá trình lắp đặt. Gần đây ứng dụng khuynh hướng sử dụng lớp phủ nhẹ và mỏng hơn như PE, FBE cho đường ống trên bờ thay thế cho lớp phủ nặng nề bằng nhựa đường. Tuy nhiên đối với đường ống ngoài khơi, lớp nhựa đường vẫn sử dụng rộng rãi bên dưới lớp bọc bê tông.


Quá trình phủ polypropylen(PP)

PolyEtylen: là loại vật liệu được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay, được coi là loại vật liệu bảo vệ bên ngoài tốt nhất khoảng 10-15 năm trở lại đây. Bề dày của lớp PE tuỳ thuộc vào đường kính ống, có thể tham khảo theo bảng sau:

Đường kính ống (mm)	Bề dày tối thiểu của lớp PE(mm)	
	Tiêu chuẩn	Gia cường
< 250	2.0	2.5
250-500	2.2	3.0
500-800	2.5	3.5
> 80	3.0	3.5

Quá trình phủ PE được tiến hành theo hai cách: Bột PE được phủ lên bề ngoài của ống đã được làm sạch và gia nhiệt trước đến khoảng 300°C

hay lớp PE nóng được kéo phủ lên bề mặt đã được làm sạch và gia nhiệt khoảng 120-180°C. Trong phương pháp này cần phải sử dụng chất bám dính ban đầu ví dụ (cao su butyl) do PE không dính vào thép.

Trong cả hai phương pháp, để tăng cường sự gắn kết và khả năng chống bong tróc, một lóp mỏng FBE được phủ lên trước lớp PE. Lớp PE bền, chống tác động cơ học trong quá trình vận chuyển, lắp đặt tốt, điện trở cao, nên làm giảm dòng bảo vệ cathod.

FBE (Fusion Boned Epoxy): Lớp băng epoxy mỏng hoặc bột epoxy đã được sử dụng nhiều trong hệ thống đường ống, đặc biệt là những hệ thống trên bờ, có thể cho hệ thống có đường kính đến 1600mm, hoạt động ở nhiệt độ đến 100°C và có nhiều tính chất vượt trội so với những vật liệu khác. Lớp phủ epoxy được tạo ra bằng cách dùng súng phun tĩnh điện, phun bột nhựa lên bề mặt ống đã được làm sạch và gia nhiệt trước đến khoảng 230-240°C. Lớp phủ tạo thành rất mỏng, từ 350-450µm, nhưng rất bền, bám dính tốt vào thép, độ bền hoá học rất cao, tuy nhiên trong môi trường ẩm ướt, khả năng chịu nhiệt giảm sút, chỉ hoạt động tốt ở 75°C. Lớp phủ dễ bị hỏng bởi các va chạm với vật sắc nhọn, cần phải cẩn thận trước khi vận chuyển lắp đặt. Nhưng những va chạm như vậy không làm bong tróc khu vực xung quanh và có thể trám lại bằng nhựa epoxy tại hiện trường.



Phủ FBE

Bọc bằng băng plastic: Kỹ thuật này đã được thực hiện từ 1950. Có rất nhiều loại vật liệu plastic dưới dạng băng bao gồm PVC, PE… có độ dày khác nhau, có thể tự bám dính vào bề mặt hoặc cần phải có một lớp trợ dính.

Phương pháp này có nhiều ưu điểm và dễ thực hiện, tuy nhiên có một nhược điểm lớn là dễ bong tróc, đặc biệt là tại những điểm chồng lên nhau. Khi được sử dụng cùng với hệ thống bảo vệ cathod, nhược điểm trên làm giảm hiệu quả của dòng bảo vệ nên ngày nay phương pháp bọc ống bằng băng plastic không còn được áp dụng trong hệ thống dẫn dầu và khí nữa.

Lớp phủ asphalt mastic: Asphalt plastic, như Somatic là một hỗn hợp của asphalt, cát, bột đá vôi, bột đá và sợi amiăng. Lớp asphalt được thực hiện tại nhà máy với những thiết bị phức tạp. Hỗn hợp asphalt được nung nóng và phủ lên bề mặt ống đã được làm sạch, làm thường rất dày, khoảng từ 12mm trở lên, nhằm điều khiển bề dày của đường ống. Sau khi phủ xong, asphalt không cần có lớp bọc bên ngoài như những trường hợp trên .

Lớp phủ asphalt thường rất chắc, nặng và chống mòn tốt, do đó nó chủ yếu được áp dụng cho đường ống ngoài khơi, nơi luôn cần tăng thêm trọng lượng.



Phủ PU

Epikote: Nhựa Epikote là một loại nhựa có nguồn gốc từ than đá, được sử dụng trong một số trường hợp đối với đường ống chôn lắp và đường ống ngoài khơi. Nó được phủ làm nhiều lớp lên bề mặt ống đã được làm sạch, lớp phủ có bề dày ít nhất 400μm và có thể chịu nhiệt độ đến 80^{o}C, Tuy nhiên ngày nay người ta sử dụng lớp FBE có nhiều ưu điểm hơn.

Lớp phủ tại điểm nối

Trên đường ống thường có những điểm rẽ nhánh, chỗ lắp đặt những thiết bị chuyên dùng. Những vị trí này thường được bảo vệ kỹ hơn để đảm bảo an toàn cho hệ thống. Những loại vật liệu sau đây thường được sử dụng :

- *PolyEtylen:* Loại băng PE có khả năng co lại khi bị đốt nóng, có thể chịu được nhiệt độ đến khoảng 90^{o}C, đàn hồi tốt, ít bị cứng và lão hoá. Nó được phủ bằng cách quấn xung quanh, sau đó sử dụng ngọn đuốc hơ nóng để co lại và bám chắt vào bề mặt cần bao phủ.

Loại băng này thường được dùng để che phủ bên ngoài lớp FBE hoặc bao phủ bằng bột PE.

- *Phủ bằng bột FBE hoặc bột PE:* Thực hiện bằng cách làm sạch bề mặt bên ngoài, gia nhiệt cho đường ống, sau đó phun lớp bột FBE, PE hoặc sử dụng dung dịch của chúng, cuối cùng được bọc bên ngoài bởi lớp băng PE như đã nói trên.

- *Băng cold-applied:* Chủ yếu được sử dụng cho đường ống ngoài khơi, quấn quanh các mối hàn, sau đó được phủ lên bằng một lớp asphalt mastic nóng.



Sơn phủ bên trong

***Lớp phủ bề mặt bên trong của đường ống*:**

Lớp phủ bên trong nhằm mục đích tạo ra một rào ngăn cách giữa lưu chất và bề mặt kim loại, chống lại những quá trình ăn mòn của những sản phẩm có tính ăn mòn. Lớp phủ bên trong thường là lớp sơn epoxy, ngoài việc bảo vệ chống ăn mòn còn nhằm mục đích giảm ma sát và tạo sự sạch sẽ cho bề mặt bên trong ống.

Quá trình sơn phủ bên trong diễn ra nhờ một thiết bị được rắn giữa hai thoi. Trước khi sơn phủ, bề mặt bên trong ống được súc rửa sạch bằng một dung dịch acid phù hợp, làm khô. Sau đó thoi sẽ di chuyển và toàn bộ bề mặt bên trong sẽ được sơn phủ. Quá trình sơn phủ được kiểm tra bằng camera gắn trên thoi.

3.3 Sử dụng chất ức chế

Chất ức chế hoá học được sử dụng để giảm tốc độ ăn mòn. Nó được cho vào lưu chất vận chuyển hoặc là phụ gia trong lớp sơn phủ đường ống. Chất ức chế được chia làm 3 loại:

- Chất ức chế hoạt động: nó phản ứng với kim loại, tạo thành một lớp film bảo vệ chống ăn mòn.
- Chất ức chế thụ động: Được hấp phụ vào bề mặt kim loại và tạo thành một bề mặt ngăn cản sự tiếp xúc của kim loại với những tác nhân ăn mòn.
- Chất ức chế thay đổi tính ăn mòn của môi trường.
- Các độ chất sinh học dùng để diệt vi sinh vật cũng là một loại chất ức chế nhằm làm giảm số lượng vi sinh vật hoạt động trong đường ống

Chất ức chế được đưa vào hệ thống theo từng đợt hoặc liên tục. Biện pháp sử dụng chất ức chế không đảm bảo việc bảo vệ an toàn đường ống nên phải sử dụng cùng với các biện pháp bảo vệ khác.

Chất ức chế hoạt động

Chất ức chế loại này được thêm vào hệ thống với nồng độ thấp và thường là loại chất rắn có thể tan hoàn toàn trong lưu chất vận chuyển. Chúng phản ứng với kim loại và tạo thành một lờp film bảo vệ kim loại bên trong không bị ăn mòn. Thông thường loại chất này chứa các gốc nitrite, chromate và phosphate. Các chất ức chế không được sử dụng riêng lẽ mà thường phối hợp nhiều loại với nhau, kết hợp với việc sử dụng chất diệt khuẩn, biện pháp hiệu chỉnh pH làm tăng hiệu quả của chất ức chế. Chi phí cho việc sử dụng chất ức chế thường khá cao.

Chất ức chế thụ độn:

Chất ức chế loại này tạo thành lớp film bao phủ trên bề mặt kim loại, ngăn chặn các phản ứng cathod và anod, qua đó ngăn chặn khả năng ăn mòn. Chất ức chế loại này thường là những hợp chất cao phân tử, cấu tạo gồm hai phần: phần đầu mang những nhóm hoạt động có khả năng hấp phụ vào bề mặt kim loại, phần đuôi mang những nhóm hữu cơ làm thành một lớp ngăn cảng sự khuyếch tán của những tác nhân ăn mòn vào bề mặt kim loại.

Phần đầu thường là những gốc amin, alcihol, acid, vòng mang N_2, sulphide hoặc phosphate. Phần đuôi thường là vòng thơm hoặc gốc acid béo. Loại chất ức chế này thường không hiệu quả khi có mặt oxy, tuy nhiên hoạt động ngăn cản CO_2 và H_2S rất tốt.

Chất ức chế thụ động hấp thu vào bề mặt kim loại và tạo thành những lớp film liên kết với nhau bằng những liên kết vật lý, số lượng lớp film đôi khi đủ dày để có thể thấy được.

Những lớp film thường bị bóc và tạo thành liên tục. Khi lựa chọn chất ức chế thụ động, người ta thường quan tâm đến những yếu tố sau:

- Tương thích với những chất hoá học trong dầu
- Không tạo nhũ tương với nước hay dầu
- Ổn định nhiệt
- Tạo kết tủa bám dính
- Không gây ô nhiễm môi trường: tất cả những chất ức chế sau khi được sử dụng điều được thảy ra môi trường, do đó yêu cầu về khả năng phân huỷ nhanh và không gây ô nhiễm môi trường là rất cần thiết.
- Giá cả và khả năng cung cấp

Chất diệt vi sinh

Chất diệt vi sinh vật được sử dụng nhằm hạn chế sự phát triển của vi khuẩn khử sulphate (sulphate reducing – SRB). Chất này được cho vào từng đợt và được sử dụng khi mức vi khuẩn trong đường ống khoảng 10^3/ml. Chất diệt khuẩn thường được kết hợp với chất ức hế khi tiến hành.

3.4 Phương pháp bảo vệ Cathod

Phương pháp bảo vệ cathod được sử dụng bảo vệ bề mặt phía ngoài của đường ống, chủ yếu để đảm bảo ngăn chặn quá trình ăn mòn điện hoá xảy ra tại những điểm lớp bọc bị hư hỏng. Quá trình bảo vệ này được thực hiện bằng cách cung cấp một dòng điện một chiều chạy dọc theo đường ống hoặc nối đường ống với một kim loại khác tạo thành một cặp pin điện.

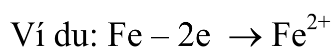
Nguyên lý của phương pháp bảo vệ Cathod

Khi một kim loại nằm trong môi trường điện ly (nước, đất…) nó dễ dàng bị ăn mòn theo cơ chế ăn mòn điện hoá. Ăn mòn điện hoá xảy ra khi phản ứng diễn ra trên bề mặt kim loại bởi các tác nhân làm di chuyển electron từ kim loại vào môi trường điện ly.



Ví dụ: $O_2 + 4e + H_2O \rightarrow 4OH^-$

Để tạo ra electron, nguyên tử kim loại tạo thành ion dương tan vào môi trường điện ly



Ví dụ: $Fe - 2e \rightarrow Fe^{2+}$

Từ đó, quá trình ăn mòn diễn ra. Hệ thống bảo vệ cathod cung cấp một nguồn electron thay thế, ngăn chặn phản ứng tạo electron của kim loại và quá trình ăn mòn. Nguồn cung cấp electron có thể là một nguồn ngoài hoặc nguồn tạo thành từ cặp pin galvanic giữa thép và một kim loại khác mạnh hơn thép như Mg, Zn…

Sự phức tạp của phương pháp là ở chỗ phải cung cấp đủ electron, không dư, tại tất cả những khu vực cần bảo vệ. Thế điện cực của kim loại sẽ cung cấp thông tin về mức độ bảo hoà của kim loại với electron khi lượng electron tăng lên vượt mức bão hoà, thế điện cực của kim loại tạo nên âm hơn và có tính khử mạnh hơn.

Trong đất và trầm tích có thể có vi khuẩn khử sulphate, hoạt động của vi khuẩn làm phức tạp thêm tính chất nhiệt động của kim loại. Lớp sulphide tạo thành do hoạt động của vi khuẩn trở thành một cathod đối với sắt, do đó cần nhiều electron hơn để bảo vệ. Trong thực tế khi phát hiện có hoạt động của vi khuẩn SRB điện thế bảo vệ cần tăng thêm –100mV

Hệ thống bảo vệ cathod có thể áp dụng đối với đường ống không có lớp bọc, tuy nhiên chi phí rất đắt. Hệ thống đường ống trong thực tế được bao phủ hoàn toàn, hệ thống bảo vệ cathod chỉ đảm bảo không bị ăn mòn tại những chỗ hư hỏng lớp bọc

Đối với một hệ thống, lớp bọc tuyệt đối tốt, cường độ dòng bảo vệ bằng 0. Tuy nhiên trong thực tế đường ống mới cần cường độ dòng bảo vệ khoảng 100-200mA và có thể lên 50A cho hệ thống đã hoạt động lâu năm.

Đối với một đường ống trên bờ, dòng điện thường cung cấp bởi một máy phát hoặc từ lưới điện, qua một bộ chuyển đổi thành dòng một chiều qua một thiết bị gọi là T/R.

Đối với đường ống ngoài khơi, không thể cung cấp dòng điện, do đó đường ống được bảo vệ bằng anod hy sinh. Những anod này được chôn ở những khoảng cách cố định với nhau và được nối với đường ống bằng dây dẫn. Vật liệu làm anod thường là Mg và Zn… nhưng gần đây nhôm được sử dụng nhiều nhất.

